

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Frendy Hermawan, 2008, dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, telah melakukan penelitian tentang detektor detak jantung, dalam paper miliknya yang berjudul “Rancang Bangun Detektor Jantung” pada paper ini, Frendy Hermawan sebagai peneliti membuat alat ini ditujukan untuk mendeteksi dan memisahkan interferensi antara denyut jantung janin dan ibu hamil. *Condensor mic* digunakan untuk menangkap sinyal suara denyut jantung yang kemudian dikuatkan oleh *Pre-Amplifier*, untuk memisahkan interferensi denyut jantung janin dan ibu hamil digunakan 2 buah filter yang memiliki bandwidth yang berbeda-beda, yang masing-masing bernilai 12-20 Hz (janin) dan 40-50 Hz (ibu hamil).

Untuk teknologi RFID, telah dilakukan penelitian oleh Reynold Maradesa, 2008, dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, telah melakukan penelitian tentang pengolahan parker, dalam paper yang berjudul “Sistem Pengolahan Parkir Terminal dengan RFID”. dan Muhammad Dedy Kurniawan, 2010, dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam

Indonesia, telah melakukan penelitian tentang pengaman pintu, dalam paper yang berjudul “Pengaman Pintu dengan RFID”. Perbedaan dengan penelitian yang penulis lakukan adalah RFID yang digunakan untuk *Logger* data bagi pasien untuk keperluan *pre-medical check-up*.

2.2 Sistem Instrumentasi medis dan Jantung

2.2.1 Sistem Instrumentasi Medis

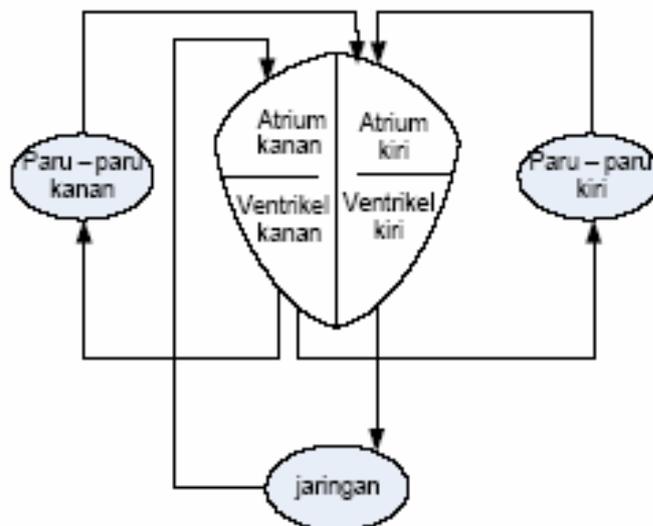
Perbedaan mendasar dari instrumentasi medis dan instrumentasi konvensional terletak pada sumber sinyalnya. Sumber sinyal instrumentasi medis adalah sinyal atau energi yang berasal dari jaringan hidup sedangkan instrumentasi konvensional bersumber dari benda mati. Komponen utama instrumentasi medis ini adalah: *Measuring*, *Sensor*, *Signal Conditioning*, *Output Display*, dan Element pendukung lainnya. Sedangkan untuk media operasinya, yaitu: Langsung dan tidak langsung, Sampling dan kontinyu, Digital dan Analog, dan sebagainya.

2.2.2 Jantung

Jantung merupakan organ terpenting dalam tubuh manusia, karena jantung merupakan organ utama dalam mensirkulasikan darah ke seluruh tubuh. Dalam kondisi normal, jantung memompakan darah ke seluruh tubuh sebesar 300% s/d 400% lebih banyak yang dibutuhkan oleh tubuh, dan nantinya darah yang kembali ke jantung lagi sebanyak 75%.

2.2.2.1 Alur Peredaran Darah

Pertamkali darah dari pembuluh darah vena masuk ke Atrium Kanan, kemudian menuju ke Ventrikel Kanan, kemudian menuju ke Paru-Paru, dimana dalam paru-paru ini terjadi pertukaran udara dari CO₂ ke O₂. Dari paru-paru darah menuju ke Atrium Kiri, kemudian menuju ke Ventrikel Kiri. Setelah itu darah dipompa menuju ke seluruh tubuh dan kepala dimana melalui pembuluh darah Aorta. Pembuluh darah Aorta sendiri terdiri dari berbagai cabang dimana urutan pembuluh yang terbesar sampai terkecil adalah: Arteri, Arteriol, dan Kapiler. Gambar dari alur tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1. Frekuensi kerja denyut jantung itu dasarnya ditentukan oleh frekuensi aliran darah yang masuk dalam jantung yang berasal dari vena yang mana kondisinya berbanding lurus dan juga faktor – faktor luar.



Gambar 2.1 Alur Peredaran Darah

2.2.2.2 Monitoring Denyut Jantung

Monitoring denyut jantung dapat dilakukan menggunakan teknik langsung (*direct*) ataupun tidak langsung (*indirect*). Secara langsung dilakukan dengan mensensor pada jantung itu sendiri. Sedangkan secara tidak langsung dengan memanfaatkan pembuluh darah, yaitu dengan melakukan sadapan atau sensor pada aliran darah tersebut. Frekuensi atau irama kerja jantung dibagi dalam 3 kondisi, yaitu:

- Takikardia; berarti denyut jantung yang cepat lebih dari 100 kali/menit
- Bradikardia; berarti denyut jantung yang lambat kurang dari 60 kali/menit
- Normal; berarti denyut jantung diantara 60 – 100 kali/menit

Pada jari tangan manusia terdapat pembuluh darah, yang mana frekuensi atau irama aliran darah yang mengalir merupakan representasi dari frekuensi denyut jantung itu sendiri, dengan catatan bahwa jantung tersebut tidak dalam kondisi kritis. Jadi monitoring ini bersifat tidak langsung (*indirect*).

2.3 Teknologi *Radio Frequency Identification*

2.3.1 Pengenalan *Radio Frequency Identification*

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi baru yang mampu mengirimkan identitas berupa digit tertentu dengan menggunakan gelombang radio. RFID sudah banyak digunakan pada pabrik dan sangat bermanfaat untuk mendukung manajemen persediaan barang. RFID dapat mengidentifikasi objek secara otomatis dan diprediksi dapat menggantikan *barcode* yang telah lebih dahulu kenal.

Kartu RFID terdiri dari sebuah microchip yang mempunyai sebuah antena. Di dalam kartu RFID tersebut dapat disimpan data yang ukurannya 2 kilobyte. Informasi ini bisa berisi data dari sebuah objek, identifikasi unik untuk sebuah objek dan informasi tambahan dari sebuah objek (tanggal pembuatan, tanggal pengiriman barang dan kasus *Supply chain*). Untuk membaca data dari kartu RFID ini diperlukan sebuah piranti pembaca yang akan memancarkan gelombang radio dan menangkap sinyal yang dipancarkan oleh kartu RFID. *Tag reader* meminta isi yang dipancarkan oleh signal *Radio Frekuensi* (RF). *Tag* merespon dengan memancarkan kembali data *resident* secara lengkap meliputi serial nomor urut yang unik. RFID mempunyai beberapa keuntungan yang utama melebihi sistem *barcode* yaitu kemungkinan data dapat dibaca secara otomatis tanpa memperhatikan garis arah pembacaan, melewati bahan non-konduktor seperti kartun kertas dengan kecepatan akses beberapa ratus *tag* per detik pada jarak beberapa (sekitar 100) meter. *Tag* RFID

terbuat dari microchip dengan dasar bahan dari silikon yang mempunyai kemampuan fungsi identitas sederhana yang disatukan dalam satu desain. Kemampuan *tag* RFID untuk membaca dan menulis (*read/write*), menyimpan data *storage* untuk mendukung enkripsi dan control akses.

RFID yang didesain dipadukan pada sistem identifikasi pada semua tingkat rantai persediaan semua lini dilibatkan akan dapat mempunyai manfaat tidak hanya untuk pabrik tetapi juga untuk konsumen, pengawas obat dan makanan bahkan untuk pengelolaan limbah ruangan.

Sekarang ini RFID *tag* standard biasanya mampu menyimpan tidak lebih dari 128 byte. Sebagian besar memori tersebut dipakai untuk kode produk elektronik yang berisi informasi produsen, jenis produk, dan nomor serial. Karena setiap RFID *tag* adalah unik, maka dua buah kaleng minuman ringan dengan jenis yang sama akan memiliki kode yang berbeda, dimana sebaliknya jika menggunakan *barcode* semua produk sejenis akan menggunakan kode yang sama. Perbedaan lain antara *barcode* dan RFID adalah RFID *tag* memerlukan sumber tenaga listrik untuk menggerakkan sirkuit rangkaian terpadu di dalam tag tersebut, dan biasanya, tentunya, RFID *tag* tidak bisa menggunakan baterai yang membuat biayanya menjadi mahal. Pemecahannya adalah dengan cara mengirimkan energy listrik melalui medan elektromagnet dari *reader* ke RFID *tag*. Sebaliknya *reader* dapat membaca banyak RFID *tag* dalam waktu bersamaan dalam jarak antara beberapa cm sampai 10 meter atau lebih.



Gambar 2.2 RFID tag dengan silicon chip dan antena eksternal

2.3.2 Sejarah RFID

Teknologi untuk memancarkan gelombang radio yang merupakan cikal bakal teknologi RFID sudah berkembang sejak Perang Dunia II. Jepang, Amerika, dan Jerman. Pada masa itu sudah manusia menggunakan teknologi radar untuk alat bantu perang. Watson-Watt yang memimpin proyek rahasia di Inggris membangun *active Identity Friend or Foe (IFF)* yang diletakkan pada setiap pesawat di Inggris. Teknologi yang digunakan oleh RFID sendiri sebenarnya sudah ada sejak tahun 1920-an. Suatu teknologi yang lebih dekat dengan RFID, yang dinamakan IFF transponder, beroperasi pada tahun 1939 dan digunakan oleh Inggris pada Perang Dunia II untuk mengenali pesawat udara musuh atau teman. Ketika pesawat Inggris tertangkap oleh radar, maka pesawat itu akan

memancarkan sinyal ke radar yang mengidentifikasi bahwa pesawat tersebut adalah teman. IFF ini sudah menggunakan prinsip dasar teknologi RFID. Pada tahun 1945, Leon Theremin yang ditemukan oleh suatu alat spionase untuk pemerintah Soviet yang memancarkan lagi gelombang radio peristiwa dengan informasi audio.

Frekuensi radio sebagai pembangkit dan pengirim identitas telah diteliti oleh para ilmuwan sekitar tahun 1950-1960. Hasil penelitian tersebut yang masih dipakai hingga kini adalah *anti-thelf systm* yang digunakan untuk mendeteksi apakah barang sudah dibayar atau belum. Pada tahun 1973, RFID yang bias diisi dengan data secara berulang mulai ditemukan di Amerika. Penggunaan RFID untuk maksud *tracking* pertama kali digunakan sekitar tahun 1980-an. RFID dengan cepat mendapat perhatian karena kemampuannya dalam men-*tracking* atau melacak objek yang bergerak. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka teknologi RFID sendiri pun juga berkembang sehingga nantinya penggunaan RFID bisa digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Kemudian pada tahun 1990 IBM membuat RFID yang menggunakan gelombang UHF sehingga mampu memancarkan sinyal lebih jauh dan lebih cepat. Meskipun demikian baru pada periode 1999-2003 RFID diadopsi oleh banyak perusahaan.

2.3.3 Jenis- Jenis RFID

Pada awalnya RFID terdiri dari dua jenis yaitu menggunakan baterai (aktif) dan tidak menggunakan baterai (pasif), yang tidak

menggunakan baterai hanya dapat dibaca, sedang yang menggunakan baterai dapat dibaca dan ditulis.

1. RFID Aktif

Pada sistem RFID aktif ini kartu RFID mempunyai sumber daya sendiri dan mempunyai *transmitter*. Sumber daya yang digunakan bisa berasal dari baterai atau tenaga surya. Karena mempunyai sumber daya sendiri, RFID jenis ini mempunyai jangkauan yang lebih luas, yaitu antara 20 meter sampai 100 meter. Kartu ini akan melakukan *broadcast* sinyal untuk mengirimkan data dengan menggunakan *transmitter* yang dimilikinya. RFID jenis ini biasanya beroperasi pada frekuensi 455 MHz, 2,45 GHz, atau 5,8 GHz. Kartu jenis ini digunakan pada aset bernilai besar (kargo, kontainer atau mobil) karena kartu jenis ini berharga relatif mahal. Kartu RFID aktif ini dapat dibagi lagi menjadi 2 jenis: *transponder* dan *beacon*. *Transponder* hanya akan melakukan *broadcast* ketika mereka menerima sinyal dari piranti pembaca. Contoh umum dari sistem ini adalah pada sistem pembayaran di gerbang jalan tol. Pada saat mobil memasuki pintu keluar, maka piranti pembaca pada gerbang akan mengirim sinyal yang akan membangunkan *transponder* di kaca depan. *Transponder* kemudian akan melakukan *broadcast* data yang berisi identitas mobil tersebut. *Beacon* banyak digunakan pada *Real-Time Locating Sistem* (RTLS), yaitu sistem untuk mengetahui lokasi

suatu objek dengan cepat. Pada *beacon*, sinyal dikirimkan secara periodik pada selang interval tertentu. Frekuensi pengiriman sinyal bergantung pada tingkat kepentingan untuk mengetahui letak aset. Sinyal yang dipancarkan oleh beacon ditangkap dengan menggunakan minimal 3 buah piranti pembaca. Harga dari sistem RFID aktif ini berkisar antara \$10 - \$50 (95.000 s.d. 475.000). Harga tersebut dipengaruhi oleh besar memory yang digunakan dan daya tahan sumber daya. Kartu RFID aktif ini juga dapat ditambah dengan alat pembaca temperatur udara atau kelembaban udara, ada tidaknya sensor ini juga akan mempengaruhi harga dari kartu.

2. RFID Pasif

Pada sistem RFID pasif, kartu tidak mempunyai *transmitter* maupun sumber daya. Harga dari kartu dengan sistem ini biasanya lebih murah (harga kartu RFID pasif sekitar 20 sen s.d. 40 sen) dari kartu RFID aktif. Kartu jenis ini juga tidak membutuhkan perawatan. *Transponder* RFID terdiri dari microchip yang menempel pada antena. Karena ukurannya yang kecil, transponder bisa saja dibungkus dalam berbagai macam bentuk, seperti di dalam lipatan kertas, di dalam kertas berlabel *barcode*, atau di dalam kartu plastik. Bentuk pembungkus yang digunakan tergantung pada jenis karakteristik aplikasi yang menggunakan RFID ini. Kartu RFID pasif ini dapat menggunakan *low frequency*

(124 kHz, 125 kHz, atau 135 kHz), *high frequency* (13,56MHz), atau UHF (860 MHz-960 MHz). Jenis frekuensi yang digunakan juga sangat bergantung pada karakteristik aplikasi karena tiap rentang frekuensi mempunyai karakteristik tertentu. Pada rentang frekuensi tertentu gelombang radio tidak dapat menembus benda logam atau air, rentang frekuensi juga mempunyai karakteristik jarak maksimum pancaran gelombang radio yang berbeda-beda. Perusahaan pengguna RFID umumnya banyak menggunakan RFID pasif berfrekuensi UHF dibandingkan dengan *low frequency* atau *high frequency*. Hal ini karena kartu RFID pasif yang menggunakan UHF berharga lebih murah dan jangkauannya lebih luas (jangkauannya sampai dengan 3,33 meter). Banyak aplikasi biasanya membutuhkan kartu RFID yang dapat dibaca pada jarak minimal 3 meter dari piranti pembaca. Aplikasi jenis ini misalnya aplikasi pengelolaan barang di gudang yang memerlukan kartu dapat dibaca ketika masuk pintu, dan jangkauan kartu tentu saja minimal 3 meter. Sedangkan kartu RFID yang menggunakan *low frequency* hanya dapat dibaca pada jarak maksimal 0,3 meter dari piranti pembaca, sedang untuk *high frequency* dapat dibaca pada jarak 1 meter. Metode pengiriman data kartu RFID pasif ke piranti pembaca dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. *Inductive Coupling*

Gulungan tembaga pada piranti pembaca membangkitkan medan elektromagnetik, kemudian gulungan yang ada di kartu RFID terinduksi oleh medan ini, hasil induksi inilah yang menjadi sumber tenaga bagi kartu RFID untuk mengirimkan kembali sinyal yang berisi data ke piranti pembaca. Karena menggunakan prinsip induksi ini, maka jarak antara kartu RFID dengan piranti pembaca juga harus pendek agar induksi dapat ditangkap. *Inductive coupling* ini digunakan pada kartu RFID dengan *low frequency* dan *high frequency*.

2. *Propagation Coupling*

Pada sistem ini, energi yang digunakan berasal dari energi elektromagnetik (gelombang radio) yang dipancarkan oleh piranti pembaca. Kartu RFID kemudian akan mengumpulkan energi elektromagnetik ini untuk digunakan sebagai sumber daya mengirimkan data yang dimilikinya ke piranti pembaca. Mekanisme ini disebut dengan *backscatter*. Modulasi bit data ke frekuensi bisa menggunakan *amplitude shift keying*, *phase shift keying*, atau *frequency shift keying*.

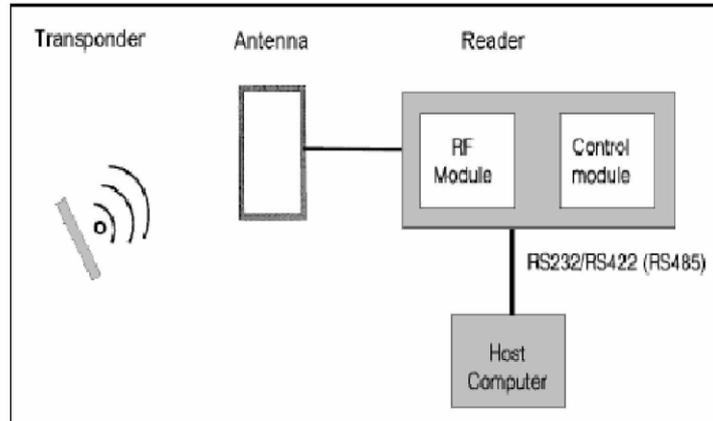
2.3.4 Bagian-bagian dari teknologi RFID

2.3.4.1 Pembaca RFID (RFID Reader)

Sebuah pembaca RFID harus menyelesaikan dua buah tugas, yaitu:

- Menerima perintah dari *software* aplikasi
- Berkomunikasi dengan *tag* RFID

Pembaca RFID adalah merupakan penghubung antara *software* aplikasi dengan antenna yang akan meradiasikan gelombang radio ke *tag* RFID. Gelombang radio yang diemisikan oleh antenna berpropagasi pada ruangan di sekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara *wireless* ke *tag* RFID yang berada berdekatan dengan antenna.



Gambar 2.3 Sistem kerja RFID

2.3.4.2 Tag RFID (Kartu RFID/Transponder)

Tag RFID adalah devais yang dibuat dari rangkaian elektronika dan antenna yang terintegrasi di dalam rangkaian tersebut. Rangkaian elektronik dari *tag* RFID umumnya memiliki

memori sehingga *tag* ini mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Memori pada *tag* dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data *Read-Only*, misalnya *serial number* yang unik yang disimpan pada saat *tag* tersebut diproduksi. Sel lain pada RFID mungkin juga dapat dituliskan dan dibaca secara berulang.

Berdasarkan cara daya *tag*, *tag* RFID dapat digolongkan menjadi:

1. *Tag* Aktif: yaitu *tag* yang daya diperoleh dari baterai, sehingga akan mengurangi daya yang diperlukan oleh pembaca RFID dan *tag* dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh. Kelemahan dari tipe *tag* ini adalah harganya yang mahal dan ukurannya yang lebih besar karena lebih kompleks. Semakin banyak fungsi yang dapat dilakukan oleh *tag* RFID maka rangkaianannya akan semakin kompleks dan ukurannya akan semakin besar.
2. *Tag* Pasif: yaitu *tag* yang daya diperoleh dari medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID. Rangkaianannya lebih sederhana, harganya jauh lebih murah, ukurannya kecil, dan lebih ringan. Kelemahannya adalah *tag* hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan pembaca RFID harus menyediakan daya tambahan untuk *tag* RFID.

Setiap bagian *Tag* terdiri dari :

1. *Silicon Mikroprosesor*

Ini adalah sebuah *chip* yang terletak dalam sebuah *tag* yang berfungsi sebagai penyimpan data.

2. *Metal Coil*

Sebuah komponen yang terbuat dari kawat alumunium yang berfungsi sebagai antena yang dapat beroperasi pada frekuensi 13,56 MHz. Jika sebuah *tag* masuk ke dalam jangkauan *reader* maka antena ini akan mengirimkan data yang ada pada *tag* kepada *reader* terdekat.

3. *Encapsulating Material*

Encapsulating Material adalah bahan yang membungkus *tag* yang terbuat dari bahan kaca.

Tag RFID telah sering dipertimbangkan untuk digunakan sebagai *barcode* pada masa yang akan datang. Pembacaan informasi pada *tag* RFID tidak memerlukan kontak sama sekali. Karena kemampuan rangkaian terintegrasi yang modern, maka *tag* RFID dapat menyimpan jauh lebih banyak informasi dibandingkan dengan *barcode*. Pada table 2.1 ditunjukkan perbedaan utama antara *barcode* dan RFID.

Tabel 2.1. Perbandingan antara teknologi *barcode* dengan RFID

Sistem	Barcode	RFID
Transmisi data	Optik	Elektromagnetik
Ukuran data	1 – 100 byte	128 – 8096 byte
Modifikasi data	Tidak bisa	Bisa
Posisi pembawa data	Kontak cahaya	Tanpa kontak
Jarak Komunikasi	Beberapa meter	Dari cm sampai meter
Supseptibilitas Lingkungan	Debu	Dapat diabaikan
Pembacaan jamak	Tidak bisa	Bisa

2.3.5 Frekuensi Kerja RFID

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam RFID adalah frekuensi kerja dari sistem RFID. Ini adalah frekuensi yang digunakan untuk komunikasi *wireless* antara pembaca RFID dengan *tag* RFID. Ada beberapa band frekuensi yang digunakan untuk sistem RFID. Pemilihan dari frekuensi kerja sistem RFID akan mempengaruhi jarak komunikasi, interferensi dengan frekuensi sistem radio lain, kecepatan komunikasi data, dan ukuran antena. Untuk frekuensi yang rendah umumnya digunakan *tag* pasif, dan untuk frekuensi tinggi digunakan *tag* aktif. Pada frekuensi rendah, *tag* pasif tidak dapat mentransmisikan data dengan jarak 15 yang jauh, karena keterbatasan daya yang diperoleh dari medan elektromagnetik. Akan tetapi komunikasi tetap dapat dilakukan tanpa kontak langsung. Pada kasus ini hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah *tag* pasif harus terletak jauh dari objek logam, karena logam secara signifikan mengurangi fluks dari medan magnet. Akibatnya *tag* RFID

tidak bekerja dengan baik, karena *tag* tidak menerima daya minimum untuk dapat bekerja. Pada frekuensi tinggi, jarak komunikasi antara *tag* aktif dengan pembaca RFID dapat lebih jauh, tetapi masih terbatas oleh daya yang ada. Sinyal elektromagnetik pada frekuensi tinggi juga mendapatkan pelemahan (atenuasi) ketika *tag* tertutupi oleh es atau air. Pada kondisi terburuk, *tag* yang tertutup oleh logam tidak terdeteksi oleh pembaca RFID. Ukuran antena yang harus digunakan untuk transmisi data bergantung dari panjang gelombang elektromagnetik. Untuk frekuensi yang rendah, maka antena harus dibuat dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan RFID dengan frekuensi tinggi.

2.3.6 Tingkat Akurasi RFID

Akurasi RFID dapat didefinisikan sebagai tingkat keberhasilan pembaca RFID melakukan identifikasi sebuah *tag* yang berada pada area kerjanya. Keberhasilan dari proses identifikasi sangat dipengaruhi oleh beberapa batasan fisik, yaitu:

- Posisi antena pada pembaca RFID
- Karakteristik dari material lingkungan yang mencakup sistem RFID
- Batasan catu daya
- Frekuensi kerja sistem RFID

a. Akurasi Sistem RFID Frekuensi Rendah

Pada frekuensi rendah, contohnya pada frekuensi 13,56 MHz, komunikasi frekuensi radio antara *tag* dengan pembaca RFID sangat bergantung pada daya yang diterima *tag* dari antena yang terhubung dengan pembaca RFID. Pada ruang bebas, intensitas dari medan magnet yang diemisikan oleh antena berkurang terhadap jarak, maka terdapat batas jarak dimana *tag* tidak aktif, dan komunikasi frekuensi radio tidak dapat terjadi. Pengurangan ukuran *tag* akan mengurangi juga batas jarak. Komunikasi radio berkurang jika medan magnet harus menembus material yang mengurangi daya elektromagnetik, contohnya pada kasus objek dengan bahan logam. *Tag* RFID tidak akan terdeteksi ketika ditaruh di dalam logam, karena material logam akan meredam fluks magnet yang melalui *tag* secara drastis. Orientasi dari *tag* sangat penting dan dapat menyebabkan medan magnet bervariasi. Jika orientasi *tag* RFID sejajar dengan arah propagasi energi, maka fluks adalah nol dan komunikasi radio frekuensi tidak akan terjadi walaupun jarak antara antena dan *tag* sangat dekat.

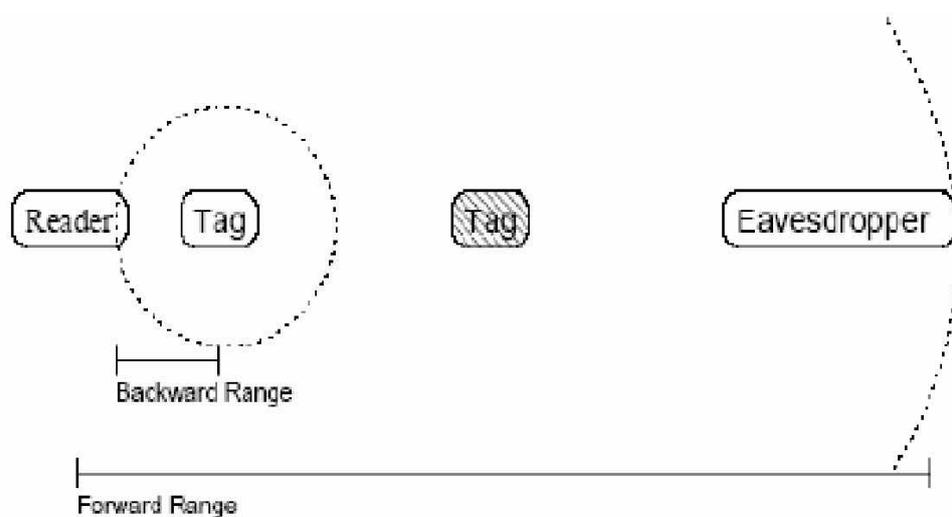
b. Akurasi Sistem RFID Frekuensi Tinggi

Pada frekuensi tinggi, performansi dari sistem RFID sangat bergantung pada lingkungan dimana komunikasi di antara *tag* dan pembaca RFID terjadi. Pada jarak tanpa hambatan proses identifikasi dapat terjadi pada jarak pada orde 10 meter. Tetapi bila ada hambatan maka jarak ini akan berkurang secara drastis. Pada

frekuensi tinggi, *tag* RFID bekerja secara aktif dengan daya dari baterai. Akurasi dari *tag* RFID dapat berkurang karena kekurangan daya. Akurasi dari sistem RFID pada umumnya sangat bergantung dari lingkungan dimana system RFID dioperasikan. Tantangan desain sistem RFID adalah melakukan desain infrastruktur RFID di antara lingkungan yang kurang bersahabat yang telah dijelaskan sebelumnya.

2.3.7 Cara Kerja RFID

Label *tag* RFID yang tidak memiliki baterai antenanya berfungsi sebagai pencatu sumber daya dengan memanfaatkan medan magnet dari pembaca (*reader*) dan memodulasi medan magnet, yang kemudian digunakan kembali untuk mengirimkan data yang ada dalam *tag* label RFID. Data yang diterima *reader* diteruskan ke *database host* komputer. Pada Gambar 2.4, skema proses kerja RFID.



Gambar 2.4 Cara kerja *reader* RFID

Kerugian penyebaran penggunaan RFID yang universal akan memudahkan terbukanya *privasi*, *sepionase*, dan menimbulkan ancaman keamanan baru pada suatu lingkungan pabrik yang tertutup sekalipun. Penjualan eceran yang diberi label RFID dengan *tag* yang tidak dilindungi akan dapat dimonitor dan *di-tracked* oleh pesaing lain. Pabrik mengeluarkan biaya pembuatan RFID lebih tinggi supaya dapat mendukung kriptografi seperti disampaikan Stephen A. Weis “*Most manufacturing processes currently deploying RFID systems are for higher value items, allowing tag costs to be in the US\$0.50-US\$1.00 range. Tags priced in this range could support basic cryptographic primitives or tamper-resistant packaging,*”. *Tag* yang menghabiskan biaya besar ini diharapkan dapat mendukung sistem keamanan dengan kriptografi.

2.3.8 Aplikasi RFID

RFID telah banyak digunakan untuk aplikasi bisnis. Perusahaan penyedia solusi aplikasi berbasis RFID ini juga telah banyak berkembang. *Oracle* juga telah memberi dukungan terhadap aplikasi berbasis RFID ini dari segi basis data. *Xpaseo* menyediakan solusi berupa integrasi data yang dikirimkan oleh RFID dengan aplikasi bisnis. *Zebra Technologies* menyediakan aplikasi penunjang *supply chain management* dengan menggunakan bantuan RFID. Beberapa contoh aplikasi bisnis yang telah menggunakan bantuan RFID adalah:

1. *Asset tracking*, RFID dapat membantu mengetahui aset yang hilang, dicuri, atau untuk mengetahui letak aset. Air Canada menggunakan aplikasi ini untuk memonitor kereta makanan mereka yang tersebar di seluruh dunia.
2. *Supply chain management*, RFID dapat digunakan untuk melakukan otomasi di beberapa proses pada *supply chain management* sehingga akan mengurangi biaya pekerja, mempercepat waktu, dan meningkatkan ketepatan data.
3. *Payment sistem*, RFID dapat mempermudah dan mempercepat system pembayaran. Contoh dari sistem ini adalah pembayaran di pintu tol, pengendara dapat membayar biaya tol tanpa harus berhenti.
4. *Manufacturing*, RFID pada industri perakitan telah digunakan sejak satu dekade yang lalu. Dengan menggunakan RFID ini maka bagian yang akan dirakit dapat dilacak dan pekerjaan yang sedang berjalan dapat dimonitor.

Untuk sebuah produk hasil pertanian yang dijual di supermarket, jika selama ini dengan menggunakan *barcode* hanya data jenis produk yang mampu tersimpan, di masa datang diharapkan *RFID tag* mampu menyimpan tidak hanya data jenis produk namun juga misalnya untuk sebuah produk beras dapat diketahui daerah asal produksi beras, kapan beras itu pertama kali ditanam dan dipanen, metode penanaman dan pembuatannya, bahkan nama dan data petaninya secara otomatis.

Keuntungan lain adalah kasir maupun pembeli dapat mengetahui total harga barang yang ada di keranjang belanja dalam waktu sekejap, atau bahkan kasir bisa mengetahui barang-barang yang mungkin saja dikutil oleh pembeli yang tidak diletakkan di keranjang belanja.

Aplikasi lain penggunaan RFID misalnya dalam pengiriman barang yang selalu dapat diawasi secara *real time* (waktu sebenarnya) dalam waktu yang tak lama lagi dapat terwujud. Orang yang tinggal di Tokyo akan mengirimkan paket kepada rekan bisnisnya di London, dimana paket tersebut dilengkapi RFID *tag* sehingga bisa selalu diamati rute perjalanannya. Orang Tokyo dapat mengetahui lokasi-lokasi paket tersebut pada waktu tertentu dengan mengaksesnya melalui internet saat paket itu mulai dikirim dari rumah orang Jepang tersebut di Shibuya sampai ke Bandara Narita, dia juga tahu kapan paketnya diangkut ke dalam pesawat JAL di Narita dan kapan paketnya diturunkan dari pesawat di Bandara Heathrow, lalu akhirnya paket itu ada dalam perjalanan dari bandara sampai di kediaman orang London. Hal ini semua bisa dilakukan karena paket yang dilengkapi RFID *tag* itu teridentifikasi oleh *reader-reader* yang terpasang pada *gate-gate* yang dilaluinya, yang tak mungkin dilakukan jika proses identifikasi itu tidak secara otomatis dan tidak menggunakan gelombang elektromagnet.

Tak lama lagi, lingkungan kita akan mengenal diri kita bahkan tanpa kita sadari berkat teknologi-teknologi IPv6, RFID atau teknologi sensor lainnya. Laporan menunjukkan bahwa di banyak negara jumlah

telepon seluler melampaui telepon biasa (non-seluler), bahkan di negara-negara tertentu perbandingan antara jumlah saluran telepon seluler dan total saluran telepon sudah melampaui angka 90%. Masyarakat di Tokyo misalnya, sebagian besar dari mereka selalu terhubung dengan internet dengan membawa telepon seluler di saat bepergian. Nantinya, informasi-informasi yang ada di RFID tag di pesawat telepon seluler kita, dan reader-reader yang tersebar di seluruh pelosok kota misalnya di setiap *ticket gate* di stasiun-stasiun kereta, akan diperbaharui dengan adanya komunikasi antara RFID tag dan RFID reader, saat kita melintas di dekat gate-gate tersebut. Dengan cara ini, seorang boss di kantor dapat mengecek apakah salesman-salesman di kantornya bekerja baik menawarkan produk-produk perusahaan itu kepada pelanggan atau tidak. Sebuah keuntungan bagi perusahaan namun pelanggaran privasi bagi salesman yang merasa selalu diamati langkahnya.

Sebelum kita menilai apakah teknologi seperti ini melanggar privasi atau tidak, mari kita melihat kasus lain. Sebuah SD di Propinsi Wakayama di Jepang akan mencoba penggunaan RFID tag yang akan dipasang di tas sekolah dan tag nama di seragam siswanya. Sementara RFID reader akan dipasang di pintu gerbang sekolah, dan berbagai lokasi di dalam sekolah. Dengan cara ini reader akan mencatat apakah ada murid yang membolos atau tidak dan mengirim *e-mail* secara otomatis kepada orang tua murid yang membolos itu. Cara ini juga dapat mencegah jika ada orang yang tidak dikenal masuk ke dalam lingkungan

sekolah atau terjadi tindakan ijime atau penindasan/kenakalan di antara sesama murid yang marak terjadi di sekolah-sekolah di Jepang. Dengan tambahan instalisasi RFID *reader* di jalur-jalur yang dilalui murid-murid diharapkan dapat mencegah kasus penculikan dan menjamin keselamatan murid-murid.

Persoalan yang tersisa adalah distribusi informasi yang berhubungan dengan privasi seseorang. Karena penyalahgunaan wewenang akses informasi ini akan melebihi dari penyadapan suara atau apa yang bisa diamati oleh seorang admin terhadap *user*nya pada sebuah internet *network*. Seseorang akan tercatat semua gaya hidupnya dengan terinstalisasinya RFID *reader* di berbagai pelosok kota, dimulai dari pagi hari saat keluar rumah sampai pulang saat malam hari, karena dalam sehari dia menggunakan kendaraan umum sebagai alat transportasinya, juga karena dia harus belanja di supermarket atau *convenient store* untuk kebutuhannya, dan lain sebagainya. Pemerintah dalam hal ini harus menjadi pelopor dengan menetapkan peraturan yang dapat mencegah terjadinya pelanggaran privasi oleh pengguna maupun penyelenggara sistem identifikasi ini. Juga sektor industri pembuat sistem RFID ini tentunya juga harus mampu menyediakan teknologi yang menggunakan teknologi nirkabel (*wireless*) ini mengakomodasi *bandwidth* yang cukup untuk kebutuhan dan dapat diakses dengan cepat dan aman. Hanya *reader* yang terotorisasi sajalah yang dapat mengakses *tag*.

Perusahaan Hitachi tahun lalu mengeluarkan produk baru untuk RFID *tag* yang disebut □-chip yang tak lebih besar dari seongkah garam. Berbeda dengan RFID *tag* yang ada sebelumnya yang menggunakan external antena, □-chip yang 0,4x0,4 mm² ini menggunakan internal antena yang dibuat di dalam silicon chip. Dengan ditambah kemasan yang baik, □-chip dapat dipasang tidak hanya di produk yang dijual di supermarket, namun juga di uang kertas untuk mencegah pemalsuan mata uang mengingat terbatasnya *foundry* di dunia ini yang bisa memproduksi silikon chip. Atau bisa juga RFID-*tag* itu diselipkan di *tag* merek-merek pakaian atau langsung ke tekstil itu sendiri sehingga kita bahkan bisa tahu misalnya waktu terakhir kita mencuci pakaian itu di mesin cuci. Yang tentu menjadi berbahaya kalau RFID-*tag* di pakaian kita bisa terbaca oleh suatu reader yang tidak berhak sehingga semua jenis pakaian yang kita kenakan termasuk pakaian dalam tentunya. Kasus ini bukan mengada-ada, karena pelanggaran privasi serupa ini menyebabkan kekhawatiran di kalangan masyarakat yang menyebabkan terjadinya demonstrasi menentang penggunaan RFID di sebuah kota di Jerman beberapa waktu yang lampau.

Kasus penerapan teknologi RFID inilah yang mungkin bisa disebut sebagai contoh dibutuhkan kode etik dalam dunia teknologi dan *engineering*, seperti juga adanya kode etik dalam lingkungan kedokteran, hukum, maupun sastra.

Mungkin dalam beberapa waktu terakhir kita pernah mendengar istilah *ubiquitous computing*, atau *ubiquitous network*. Kata '*Ubiquitous*' menurut kamus Merriam-Webster bisa diartikan sebagai 'ada di berbagai tempat dalam waktu yang sama'. Sehingga konsep *ubiquitous computing*, atau *ubiquitous network* itu mungkin bisa diterjemahkan secara sempit misalnya sebagai kemampuan akses ke sebuah *network* (internet) di mana saja. Konsep *ubiquitous network* diharapkan akan menjadi semakin luas di masa depan berkat hadirnya teknologi RFID. Teknologi yang ada saat ini hanya mampu mengenal dan mengidentifikasi divaisdivais elektronik yang terhubung dengan internet dengan IP *address* saja.

Di masa depan, dengan berkembangnya pemanfaatan teknologi RFID ini, tidak hanya divais-divais elektronik seperti komputer, PDA atau telepon seluler tetapi juga bahkan diharapkan semua barang-barang non-elektronik yang ada di sekitar kita dapat diidentifikasi secara otomatis. Perkembangan ini juga seiring dengan lahirnya teknologi internet protokol baru yang disebut IPv6 yang menggunakan 128 bit *address* yang berarti mampu mengakomodasi lebih dari 3×10^{38} alamat. Sementara IPv4 yang ada saat ini hanya memiliki 32 bit *addres* sehingga alamat-alamat yang tersedia terasa sudah sangat terbatas. Teknologi RFID ini diharapkan dapat mewujudkan suatu infrastruktur baru yang mengubah gaya hidup dan peradaban suatu kelompok masyarakat di masa depan seperti juga perubahan-perubahan yang terjadi pada gaya hidup masyarakat sejak lahirnya komputer dan internet.

2.4 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fituranya

Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit* (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

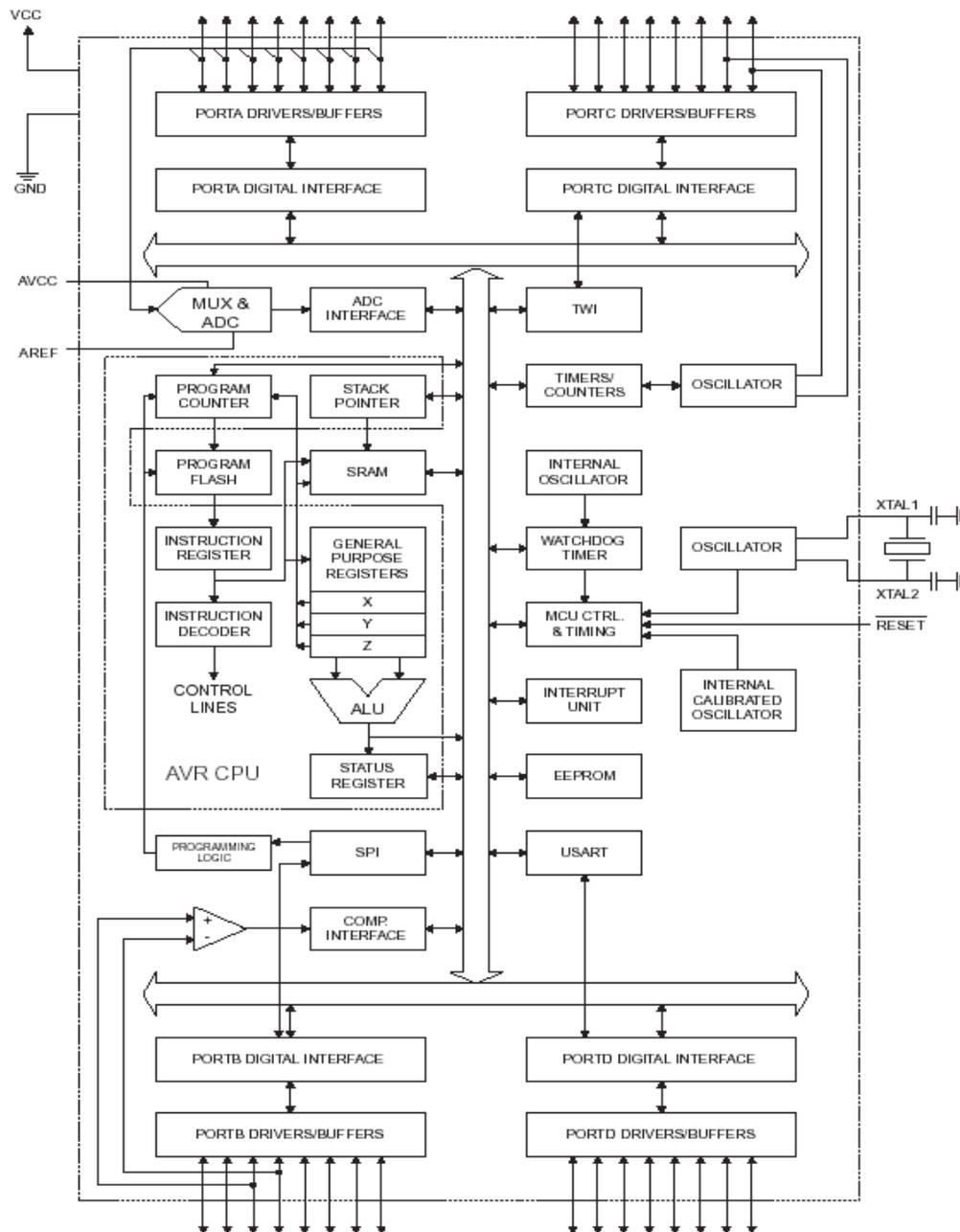
2.4.1 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit berdasarkan arsitektur *Harvard*, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Mikrokontroler ATmega16 memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, PWM, Port I/O, komunikasi serial, Komparator, I2C, dll).

Berikut ini merupakan beberapa spesifikasi ATmega16:

1. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz.
2. Memiliki kapasitas *flash* memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte.
3. Saluran Port I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal.
6. Port USART sebagai komunikasi serial
7. Konsumsi daya rendah (DC 5V).

8. Fitur *peripheral*, yang terdiri dari.
- a. Tiga buah *Timer/Counter* dengan perbandingan.
 - 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
 - 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
 - b. *Real Time Counter* dengan osilator tersendiri.
 - c. 4 *channel* PWM.
 - d. 8 *channel*, 10-bit ADC.
 - 8 *Single-ended Channel*.
 - 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP.
 - 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x
 - e. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
 - f. Antarmuka SPI
 - g. *Watchdog Timer* dengan osilator internal
 - h. *On-chip Analog Comparator*



Gambar 2.5 Blok Diagram ATmega16

2.4.2 Konfigurasi Pin ATmega16

Susunan pin mikrokontroler ATmega16 diperlihatkan pada Gambar 2.6 di bawah ini.

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.6 Konfigurasi Pin ATmega16

Konfigurasi pin ATmega16 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual In-line Package*) dapat dilihat pada Gambar 2.2. Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega16 sebagai berikut:

1. Vcc merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *Ground*.
3. Port A (PA0...7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin masukan ADC.
4. Port B (PB0...7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus seperti SPI, MISO, MOSI, SS, AIN1/OC0, AIN0/INT2, T1, T0 T1/XCK.

5. Port C (PC0...7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus, seperti TOSC2, TOSC1, TDI, TD0, TMS, TCK, SDA, SCL.
6. Port D (PD0...7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus, seperti RXD, TXD, INT0, INT1, OC1B, OC1A, ICP1.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

2.4.3 Arsitektur Mikrokontroler ATmega16

ATmega16 menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan bus untuk program dan data untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan. Instruksi dalam memori program dieksekusi dengan *pipelining single* level dimana ketika satu instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi setiap siklus *clock*. CPU terdiri dari 32x8 bit *general purpose register* yang dapat diakses dengan cepat dalam satu siklus *clock*, yang mengakibatkan operasi *Arithmetic Logic Unit*

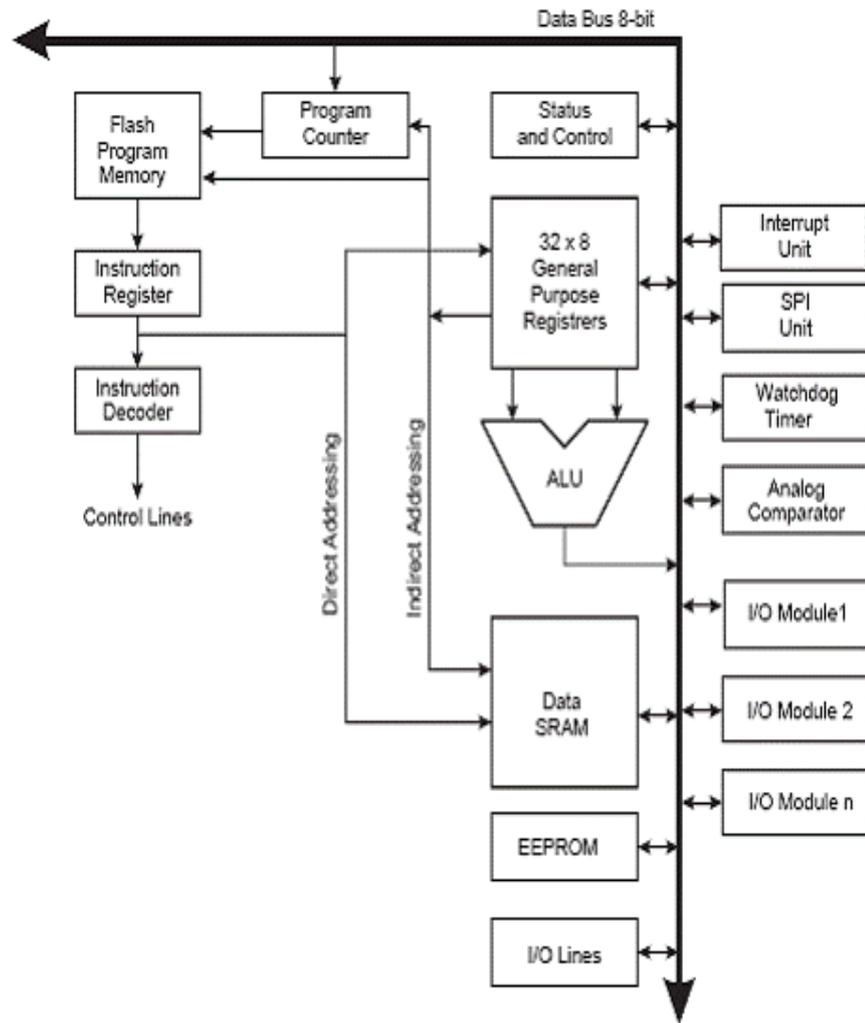
(ALU) dapat dilakukan dalam satu siklus. Pada operasi ALU, dua operand berasal dari register, kemudian operasi dieksekusi dan hasilnya disimpan kembali pada register dalam satu siklus *clock*. Operasi aritmetik dan logika pada ALU akan mengubah bit-bit yang terdapat pada *Status Register* (SREG). Arsitektur Mikrokontroler ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 2.3 yang terdapat di bawah ini.

2.4.4 Peta Memori ATmega16

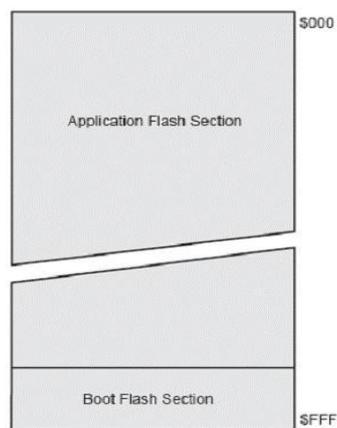
2.4.4.1 Memori Program

Arsitektur ATmega16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega16 memiliki 16K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi ATmega16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori *flash* diatur dalam 8K x 16 bit. Memori *flash* dibagi kedalam

dua bagian, yaitu bagian program *boot* dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.7 *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



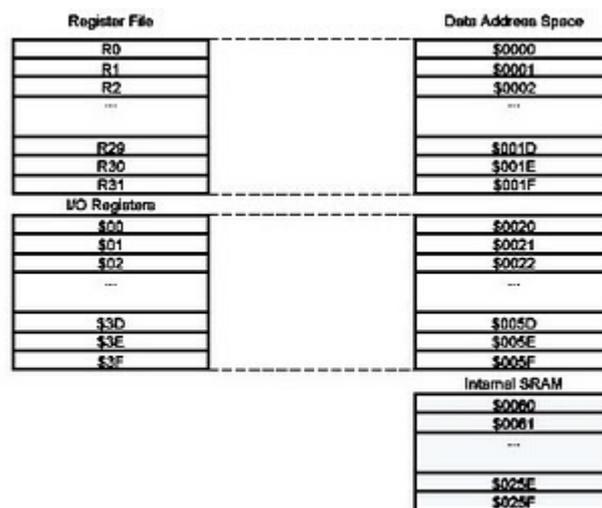
Gambar 2.7 Arsitektur Mikrokontroler ATmega16



Gambar 2.8 Peta Memori ATmega16

2.4.4.2 Memori Data (SRAM)

Memori data AVR ATmega16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O dan 1 Kbyte SRAM internal. *General purpose register* menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai fitur mikrokontroler seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat berikutnya mulai dari \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal



Gambar 2.9 Peta Memori Data ATmega16

2.4.4.3 Memori Data EEPROM

ATmega16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/dibaca dari memori ini, ketika catu daya

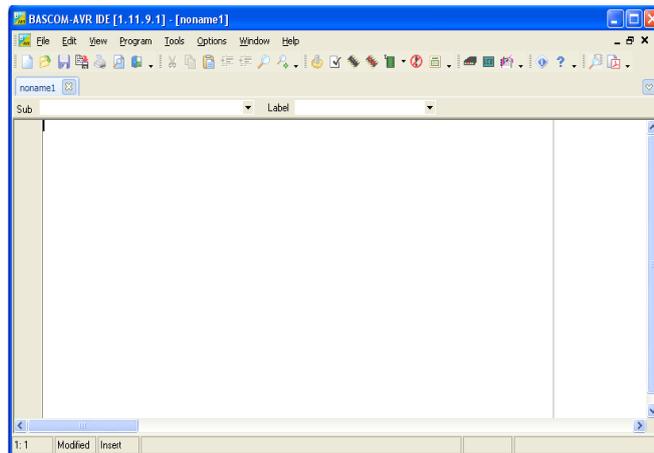
dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *nonvolatile*. Alamat EEPROM mulai dari \$000 sampai \$1FF.

2.5 BASCOM-AVR

BASCOM-AVR adalah program *basic compiler* berbasis windows untuk mikrokontroler keluarga AVR merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi ” *BASIC* ” yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh MCS elektronika sehingga dapat dengan mudah dimengerti atau diterjemahkan.

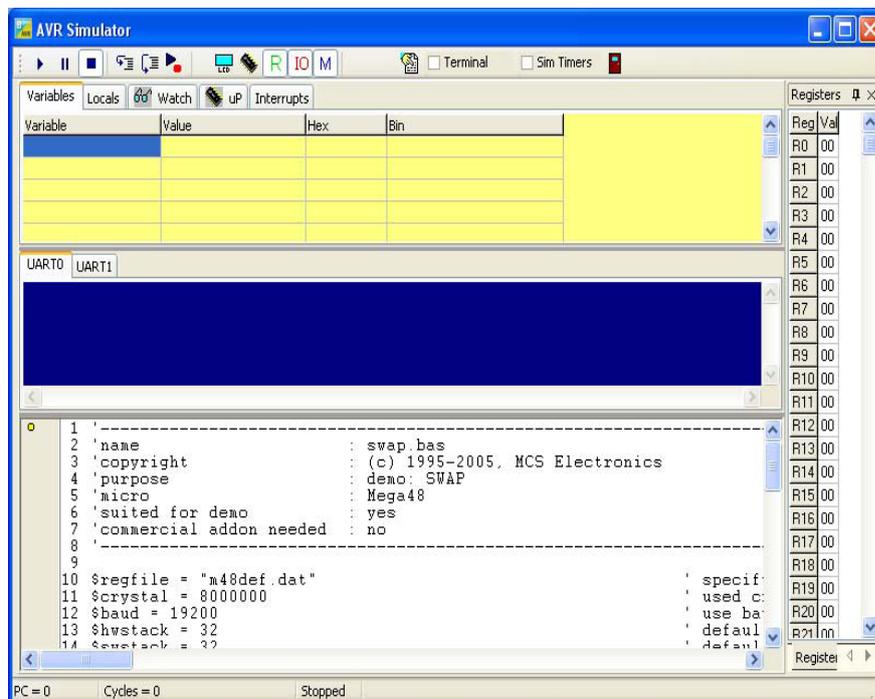
Dalam program BASCOM-AVR terdapat beberapa kemudahan, untuk membuat program software ATmega16, seperti program simulasi yang sangat berguna untuk melihat, simulasi hasil program yang telah kita buat, sebelum program tersebut kita *download* ke IC atau ke mikrokontroler.

Ketika program BASCOM-AVR dijalankan dengan mengklik icon BASCOM-AVR, maka jendela berikut akan tampil :



Gambar 2.10 Tampilan Jendela Program BASCOM-AVR

BASCOM-AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi ini bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD.



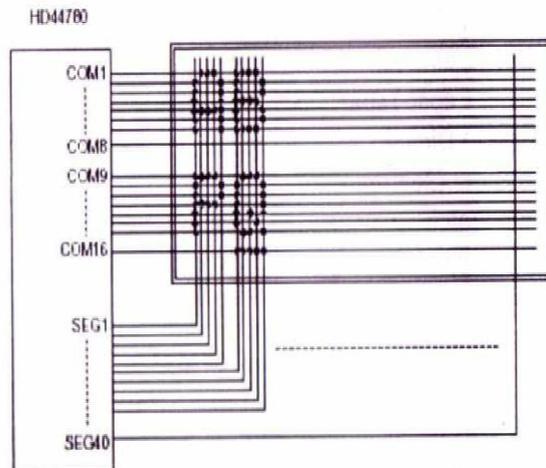
Gambar 2.11 Tamplan Simulasi BASCOM-AVR

Intruksi yang dapat digunakan pada editor Bascom-AVR relatif cukup banyak dan tergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan.

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

M1632 merupakan modul LCD matrik dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 varis dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris pixel dan 5 kolom pixel (1 baris pixel terakhir adalah kursor). Gambar 2.6 menunjukkan hubungan antara layar LCD dengan HD44780 yang merupakan mikrokontroler pengendali LCD.

Pada Gambar 2.16 tampak karakter “A” di baris karakter 1 yang terbentuk oleh COM1 (pixel baris 1) hingga COM8 (pixel baris 8) dan SEG1 (pixel kolom 1) hingga SEG5 (pixel kolom 5). Oleh karena itu kombinasi 16 karakter akan terbentuk oleh SEG1 (pixel kolom 1) hingga SEG 40 (pixel kolom 40) dengan setiap karakternya terdiri dari 5 kolom pixel. Kombinasi 2 baris karakter akan terbentuk oleh COM1 (pixel baris 1) hingga COM16 (pixel baris 16).

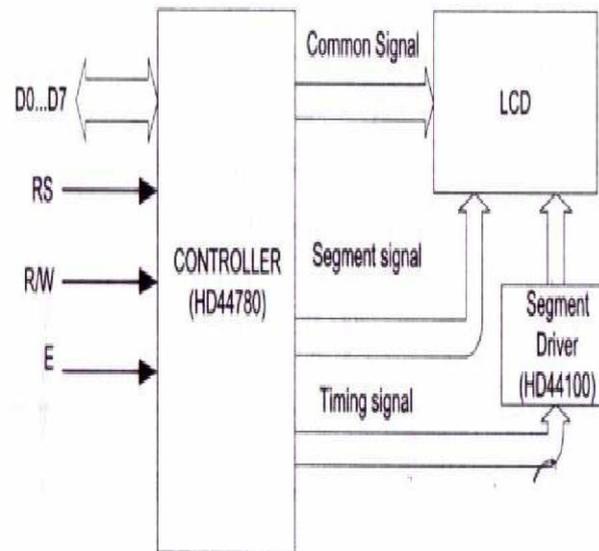


Gambar 2.12 Hubungan HD44780 dengan layar LCD

2.6.1 Deskripsi M1632

HD44780 sebetulnya merupakan mikrokontroler yang dirancang khusus untuk mengendalikan LCD dan mempunyai kemampuan untuk mengatur proses *scanning* pada layar LCD. Mikrokontroler atau perangkat tersebut hanya mengirimkan data-data yang merupakan karakter yang akan ditampilkan pada LCD atau perintah yang mengatur proses tampilan pada LCD saja.

Gambar 2.17 menunjukkan blok digram bagian internal HD44780 yang terdiri dari bagian penguat sinyal (Signal Driver), memori, register dan antar muka mikrokontroler.



Gambar 2.13 Modul M1632

2.6.2 Kaki-kaki Modul M1632

Untuk keperluan antarmuka suatu komponen elektronik dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki dari komponen tersebut. Berikut adalah table konfigurasi kaki dari LCD,

Tabel 2.2 Konfigurasi kaki M1632

No	Symbol	Level	Fungsi
1	Vss	-	0 Volt
2	Vcc	-	5 ± 10 % Volt
3	Vee	-	Penggerak LCD
4	RS	H / L	H = memasukkan data L=memasukkan instruksi

Tabel Lanjutan

5	R / W	H / L	H = baca L = tulis
6	E	-	Enable Signal
7	DB0	H / L	Data Bus
8	DB1	H / L	
9	DB2	H / L	
10	DB3	H / L	
11	DB4	H / L	
12	DB5	H / L	
13	DB6	H / L	
14	DB7	H / L	
15	V+BL	-	Kecerahan LCD
16	V-BL	-	

Berikut merupakan penjelasan fungsi dari tiap-tiap kaki pada modul LCD M1632 sebagai berikut :

1. Kaki 1 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya dari HD44780 (khusus untuk modul M1632 keluaran Hitachi, kaki ini adalah Vcc).

2. Kaki 2 (Vcc) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (Ground) dari modul LCD (khusus untuk modul M1632 keluaran Hitachi, kaki ini adalah GND).
3. Kaki 3 (Vee/Vlcd) : Tegangan pengatur kontras LCD, kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
4. Kaki 4 (RS) : Register Select, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke register data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke register perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
5. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak membutuhkan pembacaan pada modul LCD, kaki ini dapat langsung dihubungkan ke ground.
6. Kaki 6 (E) : *Enable Clock LCD*, kaki mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
7. Kaki 7-14 (D0-D7) : Data Bus, kedelapan kaki modul LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
8. Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif dari *Backlight* modul LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk M1632 yang memiliki *backlight*).

9. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif *Backlight* modul LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat untuk M1632 yang memiliki *Backlight*).

2.6.3 Struktur Memori LCD

Modul LCD M1632 memiliki beberapa jenis memori yang digunakan untuk menyimpan atau memproses data-data yang akan ditampilkan pada layar LCD. Setiap jenis memori mempunyai fungsi-fungsi sendiri. Jenis-jenis tersebut meliputi :

1. *DDRAM*

DDRAM merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contohnya, karakter "A" atau 41h yang ditulis pada alamat 00 akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama dari LCD.

2. *CGRAM*

CGRAM adalah memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dan bentuk karakter dapat diubah-ubah sesuai keinginan. Akan tetapi isi memori ini akan langsung hilang saat *power supply* tidak aktif sehingga pola karakter akan hilang.

3. *CGROM*

CGROM adalah memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dan pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780 sehingga pengguna tidak dapat mengubah

lagi. Oleh karena ROM bersifat permanen, pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun *power supply* tidak aktif. Saat HD44780 akan menampilkan data 41h yang tersimpan pada DDRAM, HD44780 akan mengambil data di alamat 41h(010 00B) yang ada pada CGROM, yaitu pola karakter A.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, CGRAM maupun CGROM merupakan tempat menyimpan data berupa pola-pola karakter yang akan ditampilkan pada LCD. Pola-pola karakter sebagian besar tersimpan di memori CGROM kecuali pola karakter yang ada pada lokasi yang tersimpan di memori CGRAM. Oleh karena itu, apabila data yang dikirimkan ke DDRAM adalah 00h hingga 08h, tampilan pada layar LCD adalah pola yang tersimpan pada CGRAM dan berupa pola-pola yang dapat diubah dengan mengedit isi CGRAM. Akan tetapi untuk data 11h hingga 0FFh, tampilan pada layar LCD merupakan pola yang tersimpan pada CGROM yang berupa pola-pola permanen yang sudah ditentukan oleh IC HD44780.

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pola karakter tersimpan di memori CGRAM (untuk pola karakter yang dapat diedit) dan CGROM (untuk pola karakter yang tidak dapat diedit), sedangkan data pada DDRAM berfungsi untuk menunjukkan lokasi pola karakter yang akan ditampilkan pada layar LCD.

Sebagai contoh, apabila karakter “B” akan ditampilkan pada kolom karakter kedua baris karakter pertama pada M1632, alamat DDRAM harus diatur pada lokasi 01 yang merupakan lokasi kolom karakter kedua dari M1632, kemudian data DDRAM di alamat tersebut diisi dengan alamat dari pola karakter “B”, yaitu 42h.

2.6.4 Register LCD

HD44780 yang terdapat pada modul M1632 mempunyai dua buah register yang aksesnya diatur dengan kaki RS. Saat RS berlogika 0, register yang akan diakses adalah Register Perintah dan saat RS berlogika 1, register yang akan diakses adalah Register Data.

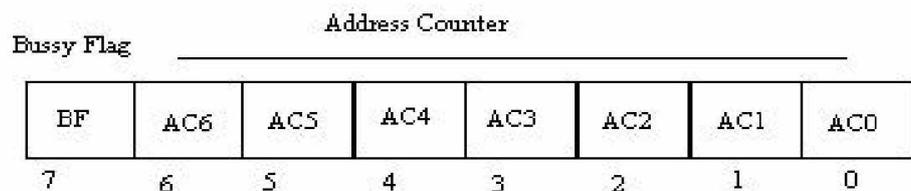
1. Register Data

Register ini adalah register dimana mikrokontroler dapat menuliskan atau membaca data ke atau dari DDRAM maupun CGRAM. Akses data ke DDRAM, baik penulisan maupun pembacaan, merupakan akses ke bagian memori tampilan pada layar LCD, sedangkan akses ke CGRAM merupakan proses untuk mengedit pola karakter yang ada pada lokasi CGRAM tersebut.

2. Register Perintah

Register ini adalah register dimana perintah-perintah mikrokontroler ke HD44780 selaku pengendali modul M1632 diberikan. Perintah-perintah tersebut berfungsi untuk mengatur tampilan pada layar LCD atau alamat dari DDRAM dan CGRAM.

Selain itu, register ini juga merupakan tempat dimana status HD44780 dapat dibaca. Bit ke-7 data status yang terbaca adalah *Busy Flag* (tanda sibuk), yaitu tanda yang mengindikasikan bahwa HD4780 masih dalam kondisi sibuk sehingga proses akses data lebih lanjut dari mikrokontroler yang terhubung pada modul M1632 harus menunggu hingga tanda sibuk ini selesai. Bit ke-6 hingga bit ke-0 adalah Address Counter (Penghitung Alamat) dari DDRAM. Address Counter ini menunjukkan lokasi dari DDRAM yang sedang ditunjuk saat itu.



Gambar 2.14 Susunan data status HD44780

2.6.5 Perintah-perintah M1632

Untuk mengatur tampilan pada layar LCD, alamat DDRAM atau CGRAM mikrokontroler yang terhubung dengan M1632 harus mengirimkan data-data tertentu ke Register Perintah sesuai Tabel 2.4 (Perintah-perintah M1632). Register-register perintah dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2.3 Perintah-perintah M1632

Perintah	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Deskripsi
Hapus Display	0	0	0	0	0	0	0	1	Hapus display dan DDRAM
Posisi Awal	0	0	0	0	0	0	1	X	Set alamat DDRAM di 0
Set Mode	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Atur arah pergeseran kursor dan display
Display On/Off	0	0	0	0	1	D	C	B	Atur display (D) On/Off, kursor (C) On/OFF, Blinking (B)

Keterangan:

X = diabaikan

I/D , 1 = Increment, 0 = Decrement

S 0 = Display tidak geser

S/C, 1 = Display Shift, 0 = Geser Kursor

R/L, 1 = Geser Kiri, 0 = Geser Kanan

DL, 1= 8 bit, 0 = 4 bit

N, 1 = 2 baris, 0 = 1 baris

F, 1 = 5x10, 0 = 5x8

D, 0 = Display Off, 1 = Display On

C, 0 = Cursor Off, 1 = Cursor On

B, 0 = Blinking Off, 1 = Blinking On

2.7 IC LM 324 (Op-Amp)

Penguat operasional (*Operational amplifier*) atau yang biasa disebut op-amp merupakan suatu komponen elektronika berupa sirkuit terintegrasi (*integrated circuit* atau IC) yang terdiri atas bagian differensial amplifier, common emitter amplifier dan bagian push-pull amplifier. Bagian output Op-amp ini biasanya dikendalikan dengan umpan balik negatif (*negative feedback*) karena nilai gain-nya yang tinggi.

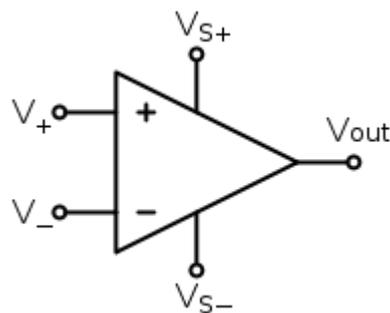
Keuntungan dari penggunaan Op Amp adalah karena komponen ini memiliki penguatan (A) yang sangat besar, Impedansi input yang

besar, ($Z_{in} \gg$) dan Impedansi Output yang kecil ($Z_{out} \ll$). Selain dari itu, kemampuan interval frekuensi dari komponen ini sangat lebar.

Penggunaan dari Op-amp meliputi: amplifier atau penguat biasa (non-Inverting Amplifier), Inverting Amplifier, komputer analog (operasi jumlah, kurang, integrasi, dan diferensiasi), dll. Jenis Op-amp yang populer dipakai adalah chip 741.

Penguat operasional adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial yang telah dijelaskan di atas. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif ($+V$) dan tegangan yang berharga negatif ($-V$) terhadap tanah (*ground*).

Berikut ini adalah simbol dari penguat operasional:



Gambar 2.15 Simbol Penguat Operasional

2.7.1 Karakteristik Ideal Penguat Operasional

Penguat operasional banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, seperti penguatan yang tinggi, impedansi masukan yang tinggi, impedansi keluaran yang rendah dan lain sebagainya. Berikut ini adalah karakteristik dari Op Amp ideal:

- a. Penguatan tegangan lingkaran terbuka (*open-loop voltage gain*) $A_{VOL} = \infty$
- b. Tegangan offset keluaran (*output offset voltage*) $V_{of} = 0$
- c. Hambatan masukan (*input resistance*) $R_I = \infty$
- d. Hambatan keluaran (*output resistance*) $R_O = 0$
- e. Lebar pita (*band width*) $BW = \infty$
- f. Waktu tanggapan (*respon time*) = 0 detik
- g. Karakteristik tidak berubah dengan suhu

Kondisi ideal tersebut hanya merupakan kondisi teoritis, yang tidak mungkin dapat dicapai dalam kondisi praktis. Tetapi para pembuat Op Amp berusaha untuk membuat Op Amp yang memiliki karakteristik mendekati kondisi-kondisi di atas. Karena itu sebuah Op Amp yang baik harus memiliki karakteristik yang mendekati kondisi ideal. Berikut ini akan dijelaskan satu persatu tentang kondisi-kondisi ideal dari Op Amp.

2.7.1.1 Penguatan Tegangan Lingkaran Terbuka

Penguatan tegangan lingkaran terbuka (*open loop voltage gain*) adalah penguatan diferensial Op Amp pada kondisi dimana

tidak terdapat umpan balik (*feedback*) yang diterapkan padanya seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Secara ideal, penguatan tegangan lingkaran terbuka adalah:

Persamaan :

$$1. A_{VOL} = V_0 / V_{in} = - \infty$$

$$2. A_{VOL} = V_0 / (V_1 - V_2) = - \infty$$

Tanda negatif menandakan bahwa tegangan keluaran V_0 berbeda fasa dengan tegangan masukan V_{in} . Konsep tentang penguatan tegangan tak berhingga tersebut sukar untuk divisualisasikan dan tidak mungkin untuk diwujudkan. Suatu hal yang perlu untuk dimengerti adalah bahwa tegangan keluaran V_0 jauh lebih besar daripada tegangan masukan V_{in} . Dalam kondisi praktis, harga A_{VOL} adalah antara 5000 (sekitar 74 dB) hingga 100000 (sekitar 100 dB).

Tetapi dalam penerapannya tegangan keluaran V_0 tidak lebih dari tegangan catu yang diberikan pada Op Amp. Karena itu Op Amp baik digunakan untuk menguatkan sinyal yang amplitudonya sangat kecil.

2.7.2 Tegangan Offset Keluaran

Tegangan offset keluaran (*output offset voltage*) V_{of} adalah nilai tegangan keluaran dari Op Amp terhadap tanah (*ground*) pada kondisi tegangan masukan $V_{in} = 0$. Secara ideal, nilai $V_{of} = 0$ Volt. Op Amp yang

dapat memenuhi nilai tersebut disebut sebagai Op Amp dengan CMR (*common mode rejection*) ideal. Tetapi dalam kondisi praktis, akibat adanya ketidakseimbangan dan ketidakidentikan dalam penguat diferensial dalam Op Amp tersebut, maka tegangan offset V_{of} biasanya bernilai sedikit di atas 0 Volt. Apalagi tidak digunakan umpan balik maka nilai V_{of} akan menjadi cukup besar untuk menimbulkan kejenuhan (saturasi) pada keluaran. Untuk mengatasi hal ini, maka perlu diterapkan tegangan koreksi pada Op Amp. Hal ini dilakukan agar pada saat tegangan masukan $V_{in} = 0$, tegangan keluaran V_o juga = 0.

2.7.3 Hambatan Masukan

Hambatan masukan (*input resistance*) R_i dari Op Amp adalah besar hambatan di antara kedua masukan Op Amp. Secara ideal hambatan masukan Op Amp adalah tak berhingga. Tetapi dalam kondisi praktis, nilai hambatan masukan Op Amp adalah antara $5 \text{ k}\Omega$ hingga $20 \text{ M}\Omega$, tergantung pada tipe Op Amp. Nilai ini biasanya diukur pada kondisi Op Amp tanpa umpan balik. Apabila suatu umpan balik negatif (*negative feedback*) diterapkan pada Op Amp, maka hambatan masukan Op Amp akan meningkat.

Dalam suatu penguat, hambatan masukan yang besar adalah suatu hal yang diharapkan. Semakin besar hambatan masukan suatu penguat, semakin baik penguat tersebut dalam menguatkan sinyal yang

amplitudonya sangat kecil. Dengan hambatan masukan yang besar, maka sumber sinyal masukan tidak terbebani terlalu besar.

2.7.4 Hambatan Keluaran

Hambatan Keluaran (*output resistance*) R_o dari Op Amp adalah besarnya hambatan dalam yang timbul pada saat Op Amp bekerja sebagai pembangkit sinyal. Secara ideal nilai hambatan keluaran R_o Op Amp adalah $= 0$. Apabila hal ini tercapai, maka seluruh tegangan keluaran Op Amp akan timbul pada beban keluaran (R_L), sehingga dalam suatu penguat, hambatan keluaran yang kecil sangat diharapkan. Dalam kondisi praktis nilai hambatan keluaran Op Amp adalah antara beberapa ohm hingga ratusan ohm pada kondisi tanpa umpan balik. Dengan diterapkannya umpan balik, maka nilai hambatan keluaran akan menurun hingga mendekati kondisi ideal.

2.7.5 Lebar Pita

Lebar pita (*band width*) BW dari Op Amp adalah lebar frekuensi tertentu dimana tegangan keluaran tidak jatuh lebih dari 0,707 dari nilai tegangan maksimum pada saat amplitudo tegangan masukan konstan. Secara ideal, Op Amp memiliki lebar pita yang tak terhingga. Tetapi dalam penerapannya, hal ini jauh dari kenyataan.

Sebagian besar Op Amp serba guna memiliki lebar pita hingga 1 MHz dan biasanya diterapkan pada sinyal dengan frekuensi beberapa

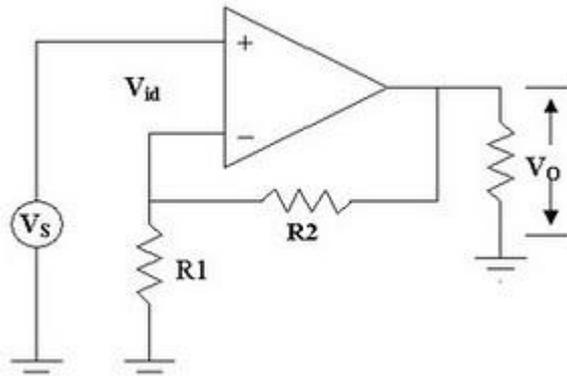
kiloHertz. Tetapi ada juga Op Amp yang khusus dirancang untuk bekerja pada frekuensi beberapa MegaHertz. Op Amp jenis ini juga harus didukung komponen eksternal yang dapat mengkompensasi frekuensi tinggi agar dapat bekerja dengan baik.

2.7.6 Waktu Tanggapan

Waktu tanggapan (*respon time*) dari Op Amp adalah waktu yang diperlukan oleh keluaran untuk berubah setelah masukan berubah. Secara ideal nilai waktu respon Op Amp adalah = 0 detik, yaitu keluaran harus berubah langsung pada saat masukan berubah. Tetapi dalam prakteknya, waktu tanggapan dari Op Amp memang cepat tetapi tidak langsung berubah sesuai masukan. Waktu tanggapan Op Amp umumnya adalah beberapa mikro detik hal ini disebut juga *slew rate*. Perubahan keluaran yang hanya beberapa mikrodetik setelah perubahan masukan tersebut umumnya disertai dengan *overshoot* yaitu lonjakan yang melebihi kondisi tunak (*steady state*). Tetapi pada penerapan biasa, hal ini dapat diabaikan.

2.7.7 Implementasi Penguat Operasional

Rangkaian yang akan dijelaskan dan dianalisa dalam tulisan ini akan menggunakan penguat operasional yang bekerja sebagai komparator dan sekaligus bekerja sebagai penguat. Berikut ini adalah konfigurasi Op Amp yang bekerja sebagai penguat:



Gambar 2.16 Penguat noninverting Sederhana

Gambar di atas adalah gambar sebuah penguat non inverting. Penguat tersebut dinamakan penguat noninverting karena masukan dari penguat tersebut adalah masukan noninverting dari Op Amp. Sinyal keluaran penguat jenis ini sefasa dengan sinyal keluarannya. Adapun besar penguatan dari penguat ini dapat dihitung dengan rumus:

Persamaan :

$$1. A_v = (R_1 + R_2) / R_1$$

$$2. A_v = 1 + R_2 / R_1$$

Sehingga :

$$V_o = 1 + (R_2 / R_1) V_{in}$$

2.8 Sensor Optocoupler

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis.

Pada dasarnya Optocoupler adalah suatu komponen penghubung (coupling) yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic. Optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu:

1. Pada transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.
2. Pada bagian receiver dibangun dengan dasar komponen Photodiode. Photodiode merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spektrum inframerah mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka Photodiode lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.

Oleh karena itu Optocoupler dapat dikatakan sebagai gabungan dari LED infra merah dengan fototransistor yang terbungkus menjadi satu chips. Cahaya infra merah termasuk dalam gelombang elektromagnetik yang tidak tampak oleh mata telanjang. Sinar ini tidak tampak oleh mata karena mempunyai panjang gelombang , berkas cahaya yang terlalu panjang bagi tanggapan mata manusia. Sinar infra merah mempunyai

daerah frekuensi 1×10^{12} Hz sampai dengan 1×10^{14} GHz atau daerah frekuensi dengan panjang gelombang $1\mu\text{m} - 1\text{mm}$.

LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi bias maju, LED infra merah yang terdapat pada optocoupler akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer.

Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED infra merah dalam optocoupler adalah sebagai berikut. Saat dioda menghantarkan arus, elektron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah elektron lepas, banyak elektron yang bergabung dengan lubang yang ada di sekitarnya (memasuki lubang lain yang kosong). Pada saat masuk lubang yang lain, elektron melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga dioda akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus. Cahaya infra merah yang terdapat pada optocoupler tidak perlu lensa untuk memfokuskan cahaya karena dalam satu chip mempunyai jarak yang dekat dengan penerimanya. Pada optocoupler yang bertugas sebagai penerima cahaya infra merah adalah fototransistor. Fototransistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai detektor cahaya infra merah. Detektor cahaya ini mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik, oleh sebab itu fototransistor termasuk dalam golongan detektor optik.

Fototransistor memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan

pasangan lubang elektron. Dengan diberi bias maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor.

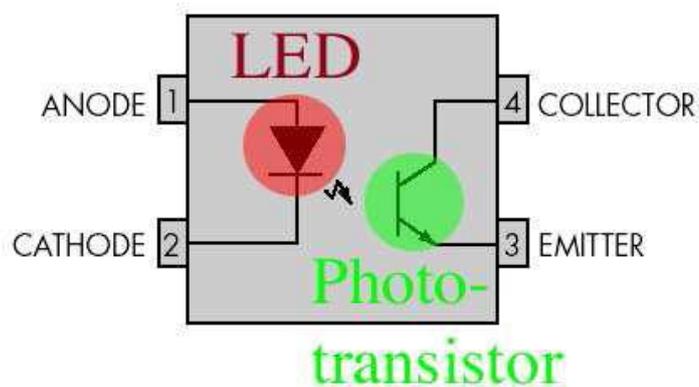
Fototransistor memiliki bahan utama yaitu germanium atau silikon yang sama dengan bahan pembuat transistor. Tipe fototransistor juga sama dengan transistor pada umumnya yaitu PNP dan NPN. Perbedaan transistor dengan fototransistor hanya terletak pada dindingnya yang memungkinkan cahaya infra merah mengaktifkan daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada dinding logam yang tertutup.

Ditinjau dari penggunaannya, fisik optocoupler dapat berbentuk bermacam-macam. Bila hanya digunakan untuk mengisolasi level tegangan atau data pada sisi transmitter dan sisi receiver, maka optocoupler ini biasanya dibuat dalam bentuk solid (tidak ada ruang antara LED dan Photodiode). Sehingga sinyal listrik yang ada pada input dan output akan terisolasi. Dengan kata lain optocoupler ini digunakan sebagai optoisolator jenis IC.

Prinsip kerja dari optocoupler adalah :

- a. Jika antara Photodiode dan LED terhalang maka Photodiode tersebut akan off sehingga output dari kolektor akan berlogika high.
- b. Sebaliknya jika antara Photodiode dan LED tidak terhalang maka Photodiode dan LED tidak terhalang maka Photodiode tersebut akan on sehingga outputnya akan berlogika low.

Sebagai piranti elektronika yang berfungsi sebagai pemisah antara rangkaian power dengan rangkaian control. Komponen ini merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. Opto berarti optic dan coupler berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa optocoupler merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic opto-coupler termasuk dalam sensor, dimana terdiri dari dua bagian yaitu transmitter dan receiver. Dasar rangkaian dapat ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini:

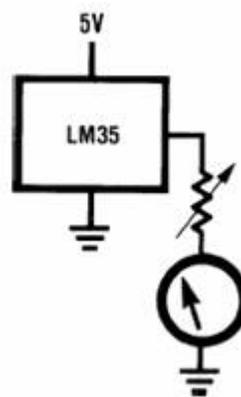


Gambar 2.17 Optocoupler

Sebagai pemancar atau transmitter dibangun dari sebuah led infra merah untuk mendapatkan ketahanan yang lebih baik daripada menggunakan led biasa. Sensor ini bisa digunakan sebagai isolator dari rangkaian tegangan rendah kerangkaian tegangan tinggi. Selain itu juga bisa dipakai sebagai pendeteksi adanya penghalang antara transmitter dan receiver dengan memberi ruang uji dibagian tengah antara led dengan photo transistor. Penggunaan ini bisa diterapkan untuk mendeteksi putaran motor atau mendeteksi lubang penanda disket pada disk drive computer. Tapi pada alat yang penulis buat optocoupler untuk mendeteksi putaran.

linear berpadanan dengan perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV .

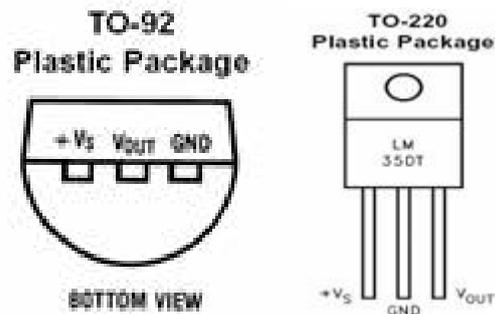
IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celsius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari -55°C sampai dengan 150°C , IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indicator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 m A dari supplay sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0°C di dalam suhu ruangan.



Gambar 2.19 Rangkaian pengukur suhu

LM 35 ialah sensor temperatur paling banyak digunakan untuk praktek, karena selain harganya cukup murah, linearitasnya juga lumayan bagus. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal yang menyediakan akurasi $\pm \frac{1}{4}^\circ\text{C}$ pada temperatur ruangan dan $\pm \frac{3}{4}^\circ\text{C}$ pada kisaran -55°C to $+150^\circ\text{C}$. LM35 dimaksudkan untuk beroperasi pada -55°C hingga

+150 °C, sedangkan LM35C pada -40 °C hingga +110 °C, dan LM35D pada kisaran 0-100°C. LM35D juga tersedia pada paket 8 kaki dan paket TO-220. Sensor LM35 umumnya akan naik sebesar 10mV setiap kenaikan 1°C (300mV pada 30 °C).



Gambar 2. 20 Bentuk Fisik LM 35

Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa suhu menjadi besaran elektri tegangan. Sensor ini memiliki parameter bahwa setiap kenaikan 1°C tegangan keluarannya naik sebesar 10mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah 1,5V pada suhu 150°C.

Pada perancangan kita tentukan keluaran ADC mencapai full scale pada saat suhu 100°C, sehingga tegangan keluaran transduser ($10\text{mV}/^\circ\text{C} \times 100^\circ\text{C}$) = 1V.

Pengukuran secara langsung saat suhu ruang, keluaran LM35 adalah 0,3V (300mV). Tengan ini diolah dengan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal agar sesuai dengan tahapan masukan ADC. LM35 memiliki kelebihan – kelebihan sebagai berikut:

1. Di kalibrasi langsung dalam Celsius

2. Memiliki faktor skala linear + 10.0 mV/°C
3. Memiliki ketetapan 0,5°C pada suhu 25°C
4. Jangkauan maksimal suhu antara -55°C sampai 150°C
5. Cocok untuk aplikasi jarak jauh
6. Harganya cukup murah
7. Bekerja pada tegangan catu daya 4 sampai 30Volt
8. Memiliki arus drain kurang dari 60 uAmp
9. Pemanasan sendiri yang lambat (low self-heating)
10. 0,08°C diudara diam
11. Ketidak linearanya hanya sekitar $\pm 1/4^\circ\text{C}$
12. Memiliki Impedansi keluaran yang kecil yaitu 0,1 watt untuk beban 1 mAmp.

Sensor suhu tipe LM35 merupakan IC sensor temperatur yang akurat yang tegangan keluarannya linear dalam satuan celcius. Jadi LM35 memilik kelebihan dibandingkan sensor temperatur linear dalam satuan kelvin, karena tidak memerlukan pembagian dengan konstanta tegangan yang besar dan keluarannya untuk mendapatkan nilai dalam satuan celcius yang tepat. LM35 memiliki impedansi keluaran yang rendah, keluaran yang linear, dan sifat ketepatan dalam pengujian membuat proses interface untuk membaca atau mengotrol sirkuit lebih mudah. Pin V+ dari LM35 dihubungkan kecatu daya, pin GND dihubungkan ke Ground dan pin Vout- yang menghasilkan tegangan analog hasil pengindera suhu dihubungkan ke vin (+) dan ADC 0840.

