

EMULASI GERBANG LOGIKA TUNGGAL MULTIFUNGSI MENGGUNAKAN MIKROPENGENDALI ATMEGA8A

Arief Hendra Saptadi

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah no 10 -12 Semarang – Indonesia
e-mail : ariefhendras@unimus.ac.id

ABSTRAK

Gerbang logika merupakan suatu bagian penting dari teknologi digital. Salah satu bentuk implementasi dari gerbang logika tersebut adalah dengan menggunakan IC TTL. Meskipun demikian, penggunaan IC tersebut tidaklah efisien, mengingat bahwa dalam satu seri IC lazimnya terdapat beberapa gerbang yang sama dengan fungsi logika yang tidak dapat diganti sesuai kebutuhan. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat model emulasi gerbang logika tunggal multifungsi yang dapat dipilih jenisnya sesuai kebutuhan. Model tersebut direalisasikan menggunakan mikropengendali ATmega8A. Dua buah pin didedikasikan sebagai masukan logika. Sedangkan satu buah pin digunakan sebagai keluaran logika. Sebuah tombol digunakan sebagai pemilih fungsi logika NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR atau XNOR. Tiga buah LED berfungsi sebagai indikator untuk menandai jenis gerbang logika yang dipilih. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil bahwa masing-masing fungsi logika untuk NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR dan XNOR dapat diemulasikan dengan baik sesuai tabel kebenaran dari masing-masing gerbang logika. Fungsi pemilihan jenis gerbang logika melalui tombol dan indikator LED juga sudah dapat berjalan sesuai dengan perencanaan. Model tersebut memungkinkan lebih dari satu mikropengendali untuk dioperasikan dalam satu rangkaian namun dengan fungsi gerbang logika yang berbeda. Pada pengembangan selanjutnya, model ini dapat diperluas menggunakan mikropengendali dengan jumlah pin yang lebih banyak sehingga dapat memuat lebih dari satu gerbang, yang masing-masingnya dapat diatur untuk menjalankan fungsi logika yang berbeda-beda.

Keywords: emulasi, gerbang logika, mikropengendali ATmega8A

1. PENDAHULUAN

Gerbang logika (*logic gates*) merupakan bagian mendasar dari sebuah sistem komputer. Berdasarkan cara kerja dari beberapa gerbang tersebut, sebuah mikroprosesor dapat dibangun. Pada tingkat dasar, komputer menggunakan kombinasi bit 0 dan 1 sebagai sistem digital yang direalisasikan melalui beberapa gerbang dengan logika tertentu.

Salah satu bentuk realisasi gerbang logika yang paling umum dijumpai adalah

dalam wujud rangkaian terpadu (*integrated circuit* atau IC) *Transistor-Transistor Logic* (TTL). IC tersebut dibangun dari beberapa transistor dwi kutub (*bipolar junction transistor* atau BJT) dan resistor. IC TTL menjalankan fungsi logika (misalkan NOT, AND, OR dan sebagainya) sekaligus memberikan penguatan (*amplification*). Masukan dari gerbang logika tersebut dapat berasal dari piranti sensor yang kemudian diatur untuk menggerakkan perangkat lain, semisal motor DC (Oktavia dkk, 2016).

Kendatipun demikian, gerbang logika yang terdapat di dalam IC TTL tersebut bersifat tetap dan tidak dapat dikonfigurasi ulang. Sebagai contoh, jika rangkaian membutuhkan gerbang logika AND, maka dapat digunakan IC seri 74HC08 dari Texas Instruments (Texas Instruments, Juni 2016), namun jika terdapat perubahan dan akan menggunakan gerbang logika OR, maka perlu dilakukan penggantian dengan seri 74HC32 (Texas Instruments, Juli 2016). Alhasil pengubahan gerbang logika tersebut tidak dapat dilakukan secara dinamis dan memerlukan penggantian IC secara fisik.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat model emulasi gerbang logika tunggal multi fungsi menggunakan mikropengendali ATmega8A yang dapat diubah-ubah fungsinya sesuai kebutuhan. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah penggunaan IC yang lebih efisien dan dapat menggantikan keberadaan dari IC TTL.

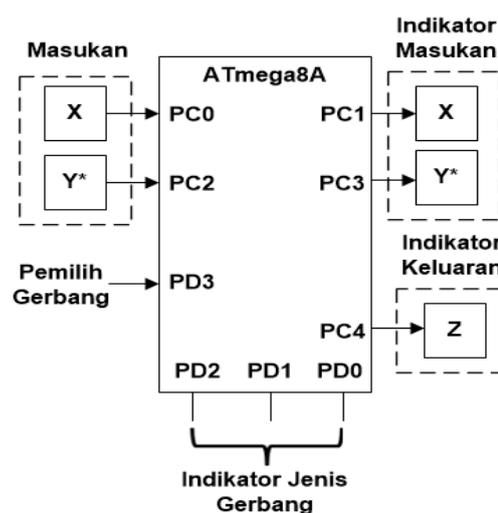
2. METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan untuk penelitian ini adalah terdiri dari:

2.1. Perancangan Sistem Keseluruhan

Sistem secara keseluruhan adalah seperti diperlihatkan dalam gambar 1. Sistem terdiri dari bagian masukan, pemilih gerbang, indikator jenis gerbang, indikator masukan dan indikator keluaran.

Semua gerbang memiliki satu buah keluaran (yaitu Z) dan diasumsikan mempunyai dua buah masukan (yaitu X dan Y) dengan perkecualian gerbang logika NOT. Pemilih gerbang merupakan sebuah masukan, berupa tombol jika ditekan berulang-ulang akan menghasilkan nilai 0 hingga 7 yang merupakan kode jenis gerbang logika yang digunakan. Kode ini ditampilkan melalui tiga buah LED sebagai indikator jenis gerbang. Nilai kode selengkapnya beserta jenis gerbang yang diwakilinya adalah seperti pada tabel 1.



Keterangan:

* = Khusus untuk gerbang NOT masukan Y ditiadakan

Gambar 1. Sistem Keseluruhan

2.2. Perancangan Perangkat Keras

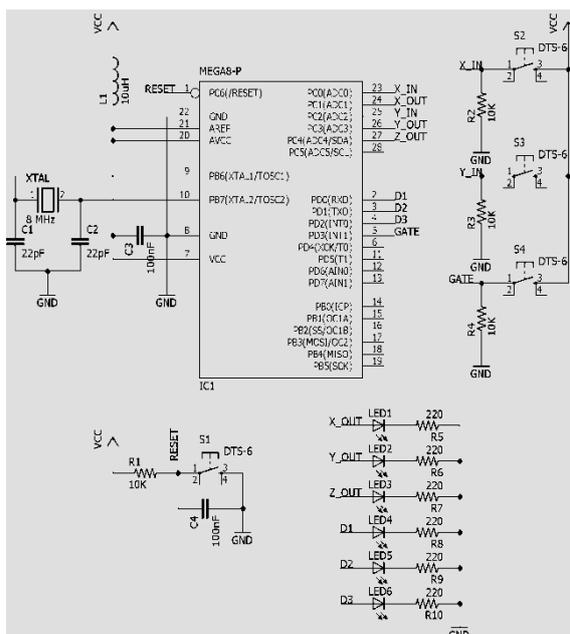
Sebagai pengendali utama pada perangkat ini adalah mikropengendali ATmega8A. Seri tersebut dipilih karena memiliki jumlah lajur I/O sebanyak 23 buah, memori program 8 KB, dapat beroperasi dengan tegangan kerja berkisar 2,7 – 5,5

Volt dan *clock* dengan frekuensi rendah hingga tinggi, 0 – 16 MHz (Microchip, 2018).

Tabel 1. Kode Gerbang Logika

Kode	Gerbang Logika
0	Tidak Aktif (<i>Disable</i>)
1	Aktif, AND
2	Aktif, OR
3	Aktif, NOT
4	Aktif, NAND
5	Aktif, NOR
6	Aktif, XOR
7	Aktif, XNOR

Seluruh masukan (termasuk pemilih gerbang) diwujudkan dengan *pushbutton*. Sedangkan semua keluaran maupun indikator, menggunakan LED. Baik masukan maupun keluaran menerapkan konfigurasi *Active High* (aktif saat bernilai logika 1 atau *High*). Rangkaian selengkapnya seperti dalam gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Lengkap

2.3. Pernyataan Logika

Setiap gerbang logika memiliki tabel kebenaran yang membentuk prinsip kerja dari gerbang tersebut jika diberikan masukan logika tertentu. Penerapan dari gerbang logika tersebut melalui mikropengendali adalah dengan membuat sebuah pernyataan logika (*logic statement*) berdasarkan tabel kebenaran.

Sebagai contoh untuk gerbang logika AND memiliki tabel kebenaran sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Kebenaran Gerbang AND

Masukan		Keluaran
X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Berdasarkan tabel tersebut dengan melihat baris terakhir dapat dibuat sebuah pernyataan logika “Jika $x = 1$ (*true*) DAN $y = 1$ (*true*) maka keluaran, $z = 1$ (*true*), selainnya, $z = 0$ (*false*)”. Ini direalisasikan dalam kode program pada mikropengendali ATmega8A menjadi:

```

if ( (x==1) && (y==1) )
{
    PORTC.4 = 1;
}
else
{
    PORTC.4 = 0;
}
    
```

Dengan menggunakan pendekatan yang sama untuk seluruh gerbang logika yang lain maka dapat dirumuskan pernyataan logika seperti dalam tabel 3.

Tabel 3. Pernyataan Logika

Gerbang	Pernyataan Logika
AND	Jika $x=1$ DAN $y=1$, maka $z=1$, selainnya $z=0$
OR	Jika $x=0$ DAN $y=0$, maka $z=0$, selainnya $z=1$
NOT	Jika $x=0$, maka $z=1$, selainnya $z=0$
NAND	Jika $x=1$ DAN $y=1$, maka $z=0$, selainnya $z=1$
NOR	Jika $x=0$ DAN $y=0$, maka $z=1$, selainnya $z=0$
XOR	Jika $x=y$, maka $z=0$, selainnya $z=1$
XNOR	Jika $x=y$, maka $z=1$, selainnya $z=0$

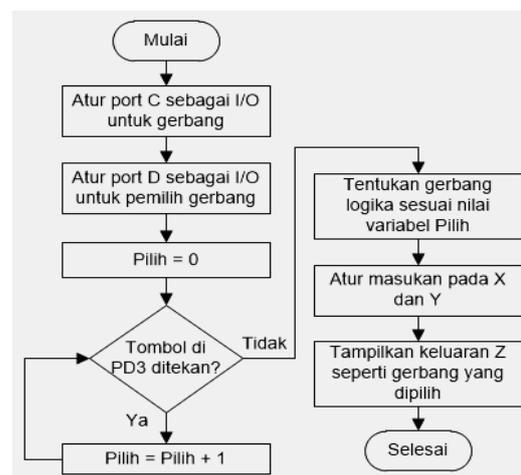
2.4. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak untuk mikropengendali ATmega8A ditulis menggunakan bahasa C melalui aplikasi CodeVision AVR versi 3.31 (Evaluation). Ada pun untuk aplikasi eXtreme Burner versi 1.4.2 untuk mengunduh berkas HEX ke mikropengendali.

Ketika pertama kali berjalan, program akan mengatur port C dan D. Ada pun port C digunakan sebagai masukan dan keluaran untuk gerbang logika, sedangkan port D digunakan sebagai pemilih gerbang sekaligus keluaran indikator gerbang logika yang dipilih saat itu melalui tiga buah LED.

Pada kondisi awal, variabel pilih berisi nol. Variabel ini digunakan untuk menampung nilai kode gerbang logika yang digunakan. Pemilihan dilakukan dengan menekan tombol di PD3 beberapa kali hingga menghasilkan kode yang ditampilkan dalam bentuk nyala LED.

Sebagai contoh untuk memilih gerbang NOR, maka awalnya tombol di PD3 ditekan 5 kali sehingga menghasilkan nilai 5 seperti dalam tabel 1. Selanjutnya saat masukan X (di PC0) dan Y (di PC2) diberikan nilai-nilai sesuai tabel kebenaran, maka keluaran Z (di PC4) akan menampilkannya sesuai gerbang NOR. Ada pun kondisi logika dari masukan X dan Y ditampilkan lewat dua buah LED, masing-masing pada pin PC1 dan PC3. Cara kerja selengkapnya adalah seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Program

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perancangan yang sudah dibuat dan percobaan yang dilakukan,

maka dapat disajikan hasil-hasil pengujian sebagaimana berikut ini:

3.1 Pemilihan Gerbang Logika

Pengujian dilakukan dengan menekan tombol di PD3 beberapa kali dan mengamati tampilan indikator LED, yaitu masing-masing di pin PD2, PD1 dan PD0. Hasil pengujian seperti dalam tabel 4.

Sesuai hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pemilihan gerbang logika sudah dapat dilakukan dengan benar.

Tabel 4. Gerbang Logika dan Indikator

Kode	Gerbang	Indikator LED		
		PD2	PD1	PD0
0	Non-Aktif	OFF	OFF	OFF
1	AND	OFF	OFF	ON
2	OR	OFF	ON	OFF
3	NOT	OFF	ON	ON
4	NAND	ON	OFF	OFF
5	NOR	ON	OFF	ON
6	XOR	ON	ON	OFF
7	XNOR	ON	ON	ON

3.2 Fungsionalitas Gerbang Logika

Pengujian untuk mengecek fungsionalitas dari masing-masing gerbang logika dilakukan dengan menekan tombol di PC0 (masukan X) dan PC2 (masukan Y). Nilai keduanya diamati melalui nyala LED di PC1 dan PC3. Ada pun keluaran diamati via LED di PC4.

Hasil-hasil pengujian adalah seperti tertera dalam tabel 5 hingga 11. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa fungsionalitas dari masing-masing gerbang

logika telah berhasil diemulasikan dengan baik.

Tabel 5. Pengujian Gerbang AND

Tabel Kebenaran			Indikator LED		
X	Y	Z	PC1	PC3	PC4
0	0	0	OFF	OFF	OFF
0	1	0	OFF	ON	OFF
1	0	0	ON	OFF	OFF
1	1	1	ON	ON	ON

Tabel 6. Pengujian Gerbang OR

Tabel Kebenaran			Indikator LED		
X	Y	Z	PC1	PC3	PC4
0	0	0	OFF	OFF	OFF
0	1	1	OFF	ON	ON
1	0	1	ON	OFF	ON
1	1	1	ON	ON	ON

Tabel 7. Pengujian Gerbang NOT

Tabel Kebenaran		Indikator LED	
X	Z	PC1	PC4
0	1	OFF	ON
1	0	ON	OFF

Tabel 8. Pengujian Gerbang NAND

Tabel Kebenaran			Indikator LED		
X	Y	Z	PC1	PC3	PC4
0	0	1	OFF	OFF	ON
0	1	1	OFF	ON	ON
1	0	1	ON	OFF	ON
1	1	0	ON	ON	OFF

Tabel 9. Pengujian Gerbang NOR

Tabel Kebenaran			Indikator LED		
X	Y	Z	PC1	PC3	PC4
0	0	1	OFF	OFF	ON
0	1	0	OFF	ON	OFF
1	0	0	ON	OFF	OFF
1	1	0	ON	ON	OFF

Tabel 10. Pengujian Gerbang XOR

Tabel Kebenaran			Indikator LED		
X	Y	Z	PC1	PC3	PC4
0	0	0	OFF	OFF	OFF
0	1	1	OFF	ON	ON
1	0	1	ON	OFF	ON

1	1	0	ON	ON	OFF
---	---	---	----	----	-----

Tabel 11. Pengujian Gerbang XNOR

Tabel Kebenaran			Indikator LED		
X	Y	Z	PC1	PC3	PC4
0	0	1	OFF	OFF	ON
0	1	0	OFF	ON	OFF
1	0	0	ON	OFF	OFF
1	1	1	ON	ON	ON

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Emulasi gerbang logika tunggal multi fungsi telah dapat diwujudkan untuk tujuh gerbang logika (AND, NOT, OR, NAND, NOR, XOR dan XNOR) yang dipilih melalui sebuah tombol tekan dengan indikator tiga buah LED.
2. Masing-masing gerbang logika telah dapat diimplementasikan melalui dua buah masukan (kecuali untuk gerbang NOT) dan satu buah keluaran sesuai dengan tabel kebenaran.

Saran

Berikut ini beberapa pertimbangan untuk kemungkinan pengembangan ke depan:

1. Model ini dapat dikembangkan untuk beberapa buah mikropengendali ATmega8A, masing-masingnya menjadi gerbang logika berlainan, yang saling terhubung dalam sebuah rangkaian digital.

2. Bagi mikropengendali dengan jumlah pin I/O yang banyak dapat diimplementasikan beberapa buah gerbang logika di dalamnya, yang masing-masingnya dapat diatur untuk fungsi logika yang berbeda-beda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Microchip., 2017. *ATmega8A Low-Power AVR 8-bit Microcontroller Data Sheet Summary*. [online] Microchip Technology Incorporated. Terdapat di: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega8A> Diakses pada 5 November 2017.
- Texas Instruments., Juni 2016. SNx4HC08 Quadruple 2-Input Positive-AND Gates. [online] Texas Instruments Incorporated. Terdapat di: www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc08.pdf Diakses pada 8 November 2017.
- Texas Instruments., Juli 2016. SNx4HC32 Quadruple 2-Input Positive-OR Gates. [online] Texas Instruments Incorporated. Terdapat di: www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc32.pdf Diakses pada 8 November 2017.
- Oktavia, V., Lapanporo, B. P. dan Ihwan, A., 2016. Aplikasi Gerbang Logika untuk Pembuatan Prototipe Penjemur Ikan Otomatis. *PRISMA FISIKA*, Vol. 4 , No. 3 (2016), hal. 94 – 100.