
**Pembuatan Sistem Pengendali
4 Motor DC Penggerak 4 Roda Secara Independent
Berbasis Mikrokontroler AT89C2051**

Ari Rahayuningtyas

Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna
Jl K S Tubun no 5 Subang Jawa Barat, telp 0260-411478, fax 411248
Email: ningtyas_ari@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dibuat suatu sistem pengendali yang tersusun dari 4 motor DC penggerak 4 roda secara independen yang berbasis mikrokontroler AT89C2051. Pembuatan sistem ini dilakukan dengan menggunakan teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) digunakan pada mikrokontroler tipe AT89C2051 untuk mengatur arah dan kecepatan motor DC. Dengan melakukan kombinasi tingkat kecepatan pada masing-masing motor DC maka dapat dihasilkan satu arah gerakan, yaitu gerak maju, gerak mundur, gerak ke kiri sebesar 90^0 , gerak ke kanan sebesar 90^0 dan gerak memutar sebesar 180^0 sepanjang lintasan.

Kata kunci : Motor DC, Mikrokontroler AT89C2051, Teknik PWM

ABSTRACT

A controller system consists of 4(four) DC motors 4(four) wheels drive independently, AT89C2051 microcontroller based, has been constructed. The system is developed using PWM (Pulse Width Modulation) technique which is used at the AT89C2051 microcontroller to regulate direction and velocity of the DC motor. By applying velocity level combination at each DC motor, can be resulted one move direction, that is forward, backward, left-motion at 90^0 , right-motion at 90^0 and circular-motion for 180^0 along the track.

Keywords : DC Motor, Microcontroller AT89C2051, PWM technique.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang mikroelektronika dan sistem kendali dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Dengan adanya kemajuan ini terjadi kemudahan dalam memecahkan berbagai permasalahan dalam hal rancang elektronika terpadu (*embedded system*). Kemudahan dalam hal perancangan elektronika terpadu dengan sistem kendali, salah satunya dapat tercapai dengan adanya mikrokontroler yang dapat digunakan untuk menyimpan suatu program tanpa memerlukan tempat dan biaya yang mahal. Mikrokontroler dapat digunakan untuk membantu alat lain

dengan sistem pengendali tertentu agar dapat dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya. Sistem pengendali kecepatan motor DC 12 Volt dengan menggunakan teknik PWM sebelumnya pernah dibuat. Berupa simulasi sederhana dan pengamatan pulsa modulasi pada satu buah motor DC 12 Volt [1].

Pada sistem pengendali 4 motor DC penggerak 4 roda secara independen berbasis mikrokontroler ini, kecepatan motor dikendalikan dengan memasukkan data-data ke dalam memori mikrokontroler. Sedangkan untuk memasukkan input yang diinginkan digunakan sebuah keypad. Dalam makalah ini akan dibahas tentang pembuatan sistem pengendali yang tersusun dari 4 motor DC penggerak 4 roda secara independen yang berbasis mikrokontroler AT89C2051 meliputi cara mengatur dan menggerakkan masing-masing roda yang saling independen, supaya dapat diperoleh satu arah gerak yang sinkron. Memetakan arah gerak sistem berdasarkan kombinasi tingkat kecepatan yang diberikan pada masing-masing motor DC. Mendesain bentuk mekanik, merakit rangkaian elektronika dan pembuatan program.

II. METODOLOGI

Dalam melaksanakan penelitian untuk penulisan makalah ini pertama kali dilakukan perancangan perangkat keras meliputi: mendesain prototipe alat berupa sebuah mobil-mobilan berukuran 20 cm x 24 cm, memasang secara independen keempat buah motor DC dan rodanya. Motor DC yang digunakan berjenis gearbox 12 Volt dengan ukuran diameter rodanya 7 cm. Membuat rangkaian elektronik penggerak sistem meliputi: rangkaian keypad 8 tombol yang digunakan sebagai alat untuk memasukkan data, dua buah rangkaian minimum sistem AT89C2051 untuk menyimpan data, empat buah rangkaian driver motor yang digunakan untuk mengatur putaran motor DC, rangkaian display 8 indikator untuk menampilkan tingkat kecepatan motor dan menunjukkan motor yang aktif.

Perancangan perangkat lunak, meliputi pembuatan program menggunakan bahasa assembly pada mikrokontroler AT89C2051 untuk mengatur arah dan kecepatan motor DC. Teknik PWM digunakan untuk mengubah masukan berupa tegangan menjadi berbetuk pulsa-pulsa. Faktor yang paling penting adalah menentukan lebar dari suatu pulsa atau *duty cycle* yaitu perbandingan berapa banyak pulsa tinggi dan rendah. Hal yang paling penting adalah bahwa *duty cycle* merupakan perbandingan antara kondisi waktu 'ON' dengan total waktu yang digunakan, bukan lamanya waktu dari perubahan kondisi 'ON' ke kondisi 'OFF' [2].

Mikrokontroler AT89C2051

Mikrokontroler AT89C2051 merupakan IC CMOS yang menggunakan teknologi *Flash Programmable And Erasable Read Only Memory* (PEROM) yang menyebabkan data dalam memori tidak akan langsung hilang saat catu daya dimatikan. Mikrokontroler AT89C2051 memiliki ciri-ciri: kompatibel dengan mikrokontroler keluarga MCS-51, kapasitas *flash memory* sebesar 2 Kbyte, 128 byte RAM internal, dua pencacah waktu 16 bit, enam sumber interupsi, 2 level program *memory lock*, 15 jalur I/O yang dapat digunakan, *programmable* UART (serial port), frekuensi kerja 0 Hz sampai 24 MHz, tegangan operasi 2,7 volt sampai 6 volt [3].

Motor DC

Prinsip kerja motor DC berdasar pada penghantar yang membawa arus ditempatkan dalam suatu medan magnet. Penghantar akan mengalami gaya dapat dijelaskan pada sebuah kawat berarus yang dihubungkan pada kutub magnet utara dan selatan. Arah gaya dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kiri. Apabila suatu kumparan jangkar (rotor) dialiri arus listrik dalam suatu medan magnet maka akan terbangkit gaya (pada rotor tersebut) sebesar [4]:

$$F = B i L \quad (1)$$

Dimana :

F = Gaya

B = Medan magnet

i = Arus listrik

L = panjang kumparan

Gaya menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanik sehingga motor akan berputar. Jadi motor DC menerima sumber arus searah jala-jala kemudian dirubah menjadi energi mekanik berupa putaran, yang nantinya dipakai oleh peralatan lain. Adapun konstruksi motor Dc meliputi, sikat berfungsi untuk mensuply arus pada jangkar melalui komutator, posisi sikat berada pada inti kumparan. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak (diam), stator pada motor DC dari magnet permanen. Fungsi dari stator adalah untuk menghasilkan medan magnet. Rotor adalah bagian

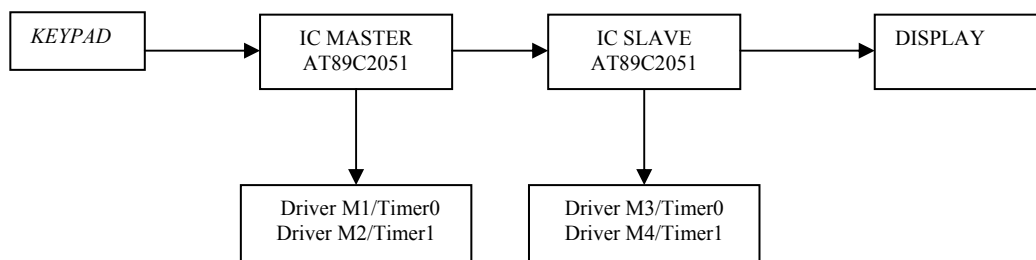
dari motor yang bergerak, rotor terdiri dari dua bagian yaitu, komutator fungsinya untuk membuat arah arus jangkar mengalir dalam satu arah tertentu sehingga putaran juga searah. Dan jangkar adalah tempat membelitkan kabel-kabel jangkar yang berfungsi untuk menghasilkan torsi [4].

III. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

Perancangan Perangkat Keras

Alat yang dibuat berupa prototipe mobil-mobilan dengan driver 4 buah dan motor DC sebanyak 4 buah yang kerjanya saling independen . Yaitu dengan mengatur masing-masing kecepatan dari motor DC menggunakan teknik PWM. Keypad digunakan sebagai gerak kemudinya dan IC AT89C2051 sebagai tempat penyimpanan data.

Pada Gambar 1 ditampilkan diagram blok sistem secara keseluruhan.



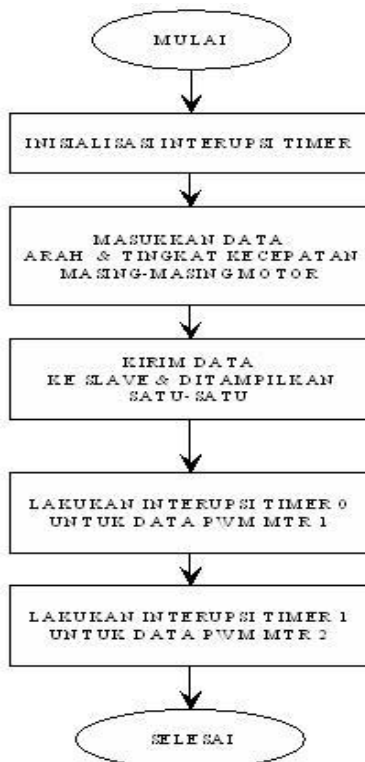
Gambar 1. Diagram blok perangkat keras.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa input dari keypad merupakan perintah awal untuk mengatur arah dan kecepatan masing-masing motor DC, yang terhubung ke IC master. Pada IC master AT89C2051 digunakan Timer 0 untuk mengatur PWM dari motor 1, sedang Timer 1 untuk mengatur PWM dari motor 2. Kemudian data dari IC master dikirim ke IC slave dengan menggunakan kaki TXD (P3.1) dan di terima pada kaki TXD (P3.1) juga, sedangkan RXD (P3.0) digunakan sebagai clock. Pada IC slave AT89C2051 Timer 0 untuk mengatur PWM motor 3 dan Timer 1 untuk mengatur PWM motor 4. Display berupa 8 buah LED, dimana 4 LED merah menunjukkan kecepatan motor dan 4 LED hijau mewakili motor yang diatur. Setelah arah dan kecepatan diatur, untuk menjalankan/menghentikan mobil tekan tombol GO/STOP pada keypad.

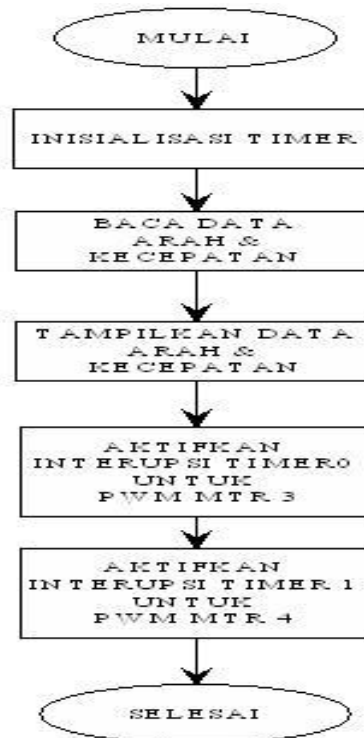
Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa *assembler*, yang berfungsi untuk mengendalikan kerja dari mikrokontroler AT89C2051 sehingga bisa menerima data dari keypad dan menggerakkan motor DC. Pada Gambar 2 ditampilkan diagram alir IC master yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Perintah inisialisasi interupsi Timer 0 dan Timer 1 untuk melakukan perintah pemilihan keypad untuk memasukkan data (arah, kecepatan dan pemilihan motor) yang akan dipilih, mengecek tombol up/ down data kecepatan (maksimal 10 tingkatan). Setelah mengatur data arah dan kecepatan motor kemudian data dikirim satu persatu ke slave yang akan ditampilkan pada LED, hal sama juga dilakukan untuk motor 2. Komunikasi pengiriman dari master ke slave dilakukan secara serial dengan clock. Dilakukan pengecekan pada tombol start/stop, jika tombol start ditekan maka akan mengaktifkan Timer 0 dan Timer 1 untuk menjalankan/ mengirimkan data PWM untuk motor 1 dan 2. Jika tombol stop maka akan mematikan motor. Pada Gambar 3 ditampilkan diagram alir pada slave.



Gambar 2. Diagram alir pada master.

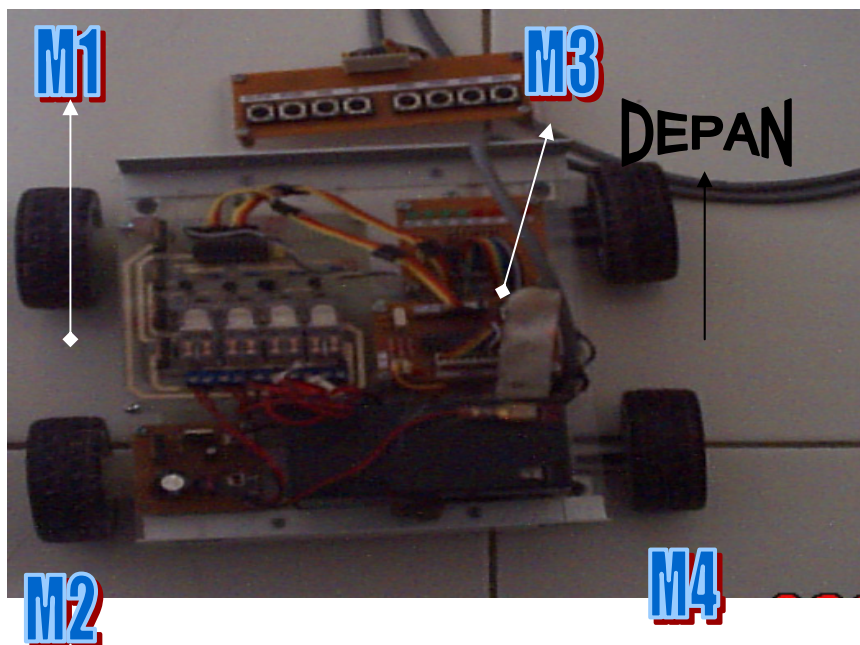


Gambar 3. Diagram alir pada slave.

Pengambilan data dari master ke slave dengan melakukan pengecekan data motor berapa yang datanya dikirim, kemudian data yang diterima untuk ditampilkan pada LED untuk tampilan arah dan kecepatan. Serta untuk mengatur LED motor mana yang diatur kecepatannya. Melakukan pengecekan tombol atart/ stop yang dikirim datanya pada master. Jika diterima data start maka mengaktifkan Timer 0 dan Timer 1 untuk data PWM motor 3 dan 4, jika yang diterima stop maka akan menonaktifkan timernya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem ini mampu menghasilkan beberapa arah gerakan sesuai dengan macam kombinasi yang diberikan. Gerakan yang diperoleh yaitu, gerak maju, gerak mundur, gerak ke kiri, gerak ke kanan, dan gerak memutar. Gambar 4 adalah bentuk prototipe dari alat berupa sebuah mobil-mobilan.



Keterangan gambar :

M1 : Motor DC 1

M2 : Motor DC 2

M3 : Motor DC 3

M4 : Motor DC 4

Gambar 4. Prototipe alat.

Pada Tabel 1 ditampilkan hasil pengukuran variasi tingkat kecepatan motor DC terhadap RPM meter. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa sistem memiliki 10 tingkat kecepatan yang berbeda hal ini diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan motor DC dengan menggunakan RPM meter. Dari pengukuran didapatkan bahwa pada tingkat kecepatan 0000 maka nilai kecepatan pada RPM meter adalah 0 hal ini berarti sistem belum bisa bergerak. Sistem akan bergerak cepat ketika tingkat kecepatannya adalah 1010 yaitu saat nilai RPM meter 4,8 RPM.

Pada Tabel 2 ditampilkan hasil kombinasi tingkat kecepatan pada masing-masing motor DC sehingga dihasilkan gerak maju dan gerak mundur.

Tabel 1 Variasi tingkat kecepatan.

Tingkat kecepatan (hex)	Kecepatan RPM (RPM)
0000	0
0001	0,9
0010	3,2
0011	3,6
0100	4,0
0101	4,2
0110	4,6
0111	4,7
1000	4,7
1001	4,8
1010	4,8

Dari Tabel 2 tersebut dapat dilihat, bahwa pada tingkat kecepatan awal 0000 dan 0001 sistem belum dapat bergerak. Sistem baru bergerak pada kecepatan 0010. Semakin besar tingkat kecepatan yang diberikan maka semakin cepat pula gerak yang dihasilkan oleh sistem. Arah maju dan mundur diatur dengan menekan tombol return.

Gerak memutar mobil-mobilan ini sebesar 180° dihasilkan dari kombinasi M1 dan M2 diberi arah maju dan M3 dan M4 arah mundur, dengan kecepatan yang sama untuk masing-masing motor. Jari-jari lintasan yang diperoleh sebesar 12 cm.

Pada Tabel 3 ditampilkan kombinasi gerak ke kiri dan ke kanan. Dari Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa disini diambil beberapa contoh untuk gerak ke kiri dan gerak ke kanan, gerak ini

dihasilkan dari kombinasi tingkat kecepatan yang diberikan pada masing-masing motor. Gerak ke kanan dihasilkan jika tingkat kecepatan paling kecil diberikan pada motor ke 3 sedang ketiga motor lainnya (motor 1, motor 2 dan motor 4) di beri tingkat kecepatan yang lebih besar. Sedangkan gerak ke kiri dihasilkan jika tingkat kecepatan paling kecil diberikan pada motor ke 1 sedang ketiga motor lainnya (motor 2, motor 3 dan motor 4) diberi tingkat kecepatan yang lebih besar. Gerak ke kanan atau ke kiri mundur juga bisa dilakukan yaitu dengan menekan tombol return pada motor.

Tabel 2. Kombinasi tingkat kecepatan.

Tingkat kecepatan Motor1 (hex)	Tingkat kecepatan Motor2 (hex)	Tingkat kecepatan Motor3 (hex)	Tingkat kecepatan Motor4 (hex)	Hasil pengamatan
0000 (0 RPM)	0000	0000	0000	Tidak bergerak
0001 (0,9 RPM)	0001	0001	0001	pelan
0010 (3,2 RPM)	0010	0010	0010	Pelan
0011 (3,6 RPM)	0011	0011	0011	Pelan
0100 (4,0 RPM)	0100	0100	0100	Pelan
0101 (4,2 RPM)	0101	0101	0101	Agak cepat
0110 (4,6 RPM)	0110	0110	0110	Agak cepat
0111 (4,7 RPM)	0111	0111	0111	Cepat
1000 (4,7 RPM)	1000	1000	1000	Cepat
1001 (4,8 RPM)	1001	1001	1001	Cepat
1010 (4,8 RPM)	1010	1010	1010	Paling cepat

KESIMPULAN

Pada pembuatan sistem pengendali 4 motor DC penggerak 4 roda secara independen berbasis mikrokontroler AT89C2051, berhasil dibuat untuk satu arah gerakan. Lintasan dan gerakan diperoleh dari hasil kombinasi tingkat kecepatan pada masing-masing motor DC. Gerak yang diperoleh adalah gerak maju sepanjang lintasan, gerak mundur sepanjang lintasan, gerak kekiri sebesar 90^0 , gerak kekanan sebesar 90^0 gerak memutar sebesar 180^0 . Hasil penelitian ini adalah sebuah prototipe yang dapat digunakan sebagai contoh atau bukti bahwa sistem pengendali 4 motor DC penggerak roda secara independen berbasis mikrokontroler AT89C2051 ini dapat dilakukan, sehingga diharapkan dapat diaplikasikan pada industri mainan.

Tabel 3. Tabel kombinasi gerak ke kiri dan ke kanan.

Tingkat kecepatan motor 1	Tingkat kecepatan motor 2	Tingkat kecepatan motor 3	Tingkat kecepatan motor 4	Arah gerakan	Jari-jari (cm)
0011 (3,6RPM)	0100 (4,0RPM)	0001 (0,9RPM)	0010 (3,2RPM)	Kanan	26, 5
0100 (4,0RPM)	0101 (4,2RPM)	0001 (0,1RPM)	0011 (3,6RPM)	Kanan	31, 5
0101 (4,2RPM)	0110 (4,6RPM)	0001 (0,9RPM)	0100 (4,0RPM)	Kanan	34, 5
0010 (3,2RPM)	0011 (3,6RPM)	0100 (4,0RPM)	0101 (4,2RPM)	Kiri	128
0010 (3,2RPM)	0100 (4,0RPM)	0101 (4,2RPM)	0110 (4,6RPM)	Kiri	115, 5
0010 (3,2RPM)	0101 (4,2RPM)	0110 (4,2RPM)	0111 (4,7RPM)	Kiri	102, 5
0110 (4,2RPM)	0111 (4,7RPM)	0011 (3,6RPM)	0100 (4,0RPM)	Kanan	231
0111 (4,7RPM)	1010 (4,2RPM)	0100 (4,0RPM)	1000 (4,7RPM)	Kanan	699
0101 (4,2RPM)	1000 (4,7RPM)	1001 (4,8RPM)	1010 (4,8RPM)	Kiri	457, 5
0110 (4,6RPM)	1000 (4,7RPM)	1001 (4,8RPM)	1010 (4,8RPM)	Kiri	605

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. Priyatmadi, MT, Addin Suwastono, ST sebagai pembimbing penelitian di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Profesor Riset Masno Ginting sebagai pembimbing di Pusat Pembinaan Pendidikan dan Pelatihan Peneliti LIPI.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sembodo, "Pengendalian Kecepatan Motor DC 12 V Menggunakan Teknik PWM Berbasis Mikrokontroler AT89C51", Tugas Akhir D3 Elins FMIPA UGM, Yogyakarta, 2003.
2. Sutanto, "Contoh perhitungan Pulsa Width Modulation", Andi Offset, Yogyakarta, 2000.
3. Putra, A.E, "Belajar Mikrokontroler AT89C51/52 Teori dan Praktek", Gava Media, Yogyakarta, 2002.
4. Berahim, H., "Pengantar Teknik Tenaga Listrik", Edisi kedua, Andi Offset, Yogyakarta, 1991.
5. Sembodo, "Pengendalian Kecepatan Motor DC 12 V Menggunakan Teknik PWM Berbasis Mikrokontroler AT89C51", Tugas Akhir D3 Elins FMIPA UGM, Yogyakarta, 2003.
6. Sutanto, "Contoh perhitungan Pulsa Width Modulation", Andi Offset, Yogyakarta, 2000.