
RANCANG BANGUN PROTOTIPE ELEVATOR MENGGUNAKAN MICROCONTROLLER ARDUINO ATMEGA 328P

Andi Adriansyah¹, Oka Hidyatama²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

Email : andi@mercubuana.ac.id

Abstrak - Sistem kendali elevator atau lift yang digunakan di gedung-gedung bertingkat umumnya menggunakan sistem kontrol PLC (Programmable Logic Controller). Dalam pembuatan prototype ini menggunakan alternatif lain untuk menggantikan peran PLC dalam mengendalikan proses Elevator atau Lift yang bekerja yaitu menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno

Prototype elevator atau lift ini berpedoman pada Lift sebenarnya, yang terdiri dari sensor di setiap lantai yang digunakan sebagai gerakan batas lift, beberapa tombol yang terletak baik di dalam sangkar lift ataupun di luar lift yang digunakan untuk memanggil lift ataupun melayani tujuan lantai, dua sensor mekanik untuk membatasi pergerakan pintu dan dua buah motor DC untuk menggerakkan pintu lift dan juga untuk menggerakkan lift

keatas dan ke bawah. Sehingga melalui perangkat-perangkat tersebut menjadikan alat ini meyerupai dengan elevator atau lift sesungguhnya.

Berdasarkan pengujian pada alat ini dapat disimpulkan, penggabungan antara hardware dan software menjadikan alat ini dapat berfungsi dengan baik, yaitu lift dapat naik ataupun turun, pintu lift dapat membuka ataupun menutup sesuai dengan perintah.

Kata kunci : Mikrokontroler, elevator atau lift tiga lantai, sistem kontrol

PENDAHULUAN

Elevator atau Lift adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengangkut orang atau barang dari suatu tempat atau lantai ke tempat atau lantai lainnya secara vertikal dengan menggunakan seperangkat alat mekanik. Perkembangan teknologi

menjadikan elevator atau lift semakin baik perkembangannya, mulai dari mekanik lift, sistem kontrol dan juga keamanannya. Sehingga menjadikan elevator atau lift adalah satu-satunya alat transportasi yang paling aman dan cepat di sebuah gedung atau bangunan tinggi. Saat ini banyak sekali elevator atau lift yang dijual di pasaran dengan berbagai merk, namun tentu saja harganya tidaklah murah. Sistem kontrol pengendali elevator atau lift yang digunakan pada umumnya menggunakan sistem pengendali lift *Programmable Logic Controller* dengan bantuan relay dan kontaktor.

Disini peneliti akan merancang sebuah prototipe sebagai alat peraga yang berfungsi sama seperti elevator atau lift yang sebenarnya yang digunakan pada gedung-gedung bertingkat. Perancangan ini akan memudahkan dalam memahami bagaimana sistem kerja dan pengendalian lift, tentunya dengan biaya yang murah, yaitu dengan menggunakan Mikrokontroler ARDUINO ATMEGA328P yang memiliki kesamaan.

DASAR TEORI

Sejarah Diciptakannya Elevator atau Lift

Elevator atau yang lebih akrab dikenal oleh masyarakat luas dengan nama lift. Lift adalah salah satu alat bantu dalam kehidupan manusia yang berfungsi untuk mempermudah aktifitas manusia yang rutinitasnya lebih sering berada didalam gedung-gedung bertingkat. Elevator merupakan alat transportasi bekerja secara otomatis. Keberadaan dari elevator ini merupakan sebagai pengganti fungsi dari pada tangga dalam mencapai tiap-tiap lantai berikutnya pada suatu gedung bertingkat, dengan demikian keberadaan elevator tidak dikesampingkan ini dikarenakan dapat mengefisienkan energi dan waktu pengguna elevator tersebut. Sistem keberadaan elevator dan segala kemajuan dan kehandalannya tidak serta merta mengalami perkembangan perkembangan secara bertahap, sejak keberadaannya pertama kali dibangun. Sejak pertama kali dibangun, sistem penggerak elevator pada awal perkembangannya dimulai dengan cara yang sangat sederhana, yaitu

dengan menggunakan tenaga non mekanik. Elevator penumpang pertama dipasang oleh Otis

Arduino Uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

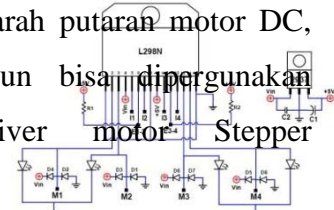


Gambar 2.1 Arduino Uno

Driver Motor (Motor Shield L298)

L298 adalah komponen elektronik yang dipergunakan untuk

mengontrol arah putaran motor DC. Satu buah L298 bisa dipergunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. Selain bisa dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC, L298 ini pun bisa dipergunakan sebagai driver motor Stepper bipolar.



IC driver L298 memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 2A dan tegangan maksimum 40 volt DC untuk satu kanalnya. Pin enable A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor, pin input 1 sampai 4 digunakan untuk mengendalikan arah putaran. Pin output pada IC L298 13 dihubungkan kemotor DC yang sebelumnya melalui dioda yang disusun secara H-bridge.

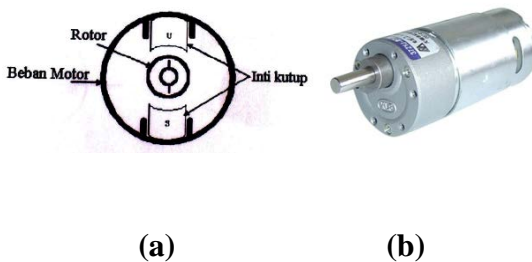
Pengaturan kecepatan motor digunakan teknik PWM (*pulse width modulation*) yang diinputkan dari mikrokontroler melalui pin *Enable*. PWM untuk kecepatan rotasi yang bervariasi level highnya.

Motor DC

Prinsip Kerja Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat yang digunakan untuk menghasilkan daya mekanis berupa putaran dengan masukan berupa

tegangan yang dihasilkan dari sumber tegangan DC. Putaran pada motor DC didapat dari dorongan medan magnet yang dihasilkan penghantar yang dialiri arus DC. Penghantar ini biasanya berupa lilitan kawat tembaga yang di tempatkan pada bagian motor yang erputar. Bagian ini dikenal dengan istilah jangkar atau armature.



Gambar 2.3 (a) Bagian – bagian Motor DC. (b) Bentuk Motor DC

Sensor Reed Switch

Reed Switch adalah saklar listrik yang dioperasikan dengan medan magnet. Ini terdiri dari sepasang kontak pada tubuh logam besi dalam tertutup rapat kaca amplop. Kontak dapat menutup dan membuka ketika medan magnet diterpakan.



Gambar 2.4 Sensor Reed Switch

Tombol Push On

Tombol *push-on* adalah tombol yang digunakan untuk mengontrol kondisi on atau off suatu rangkaian listrik. Tombol *push-on* memiliki tipe kontak NO (Normally Open) dengan prinsip kerja tombol tekan adalah kerja sesaat maksudnya jika tombol kita tekan sesaat maka akan kembali pada posisi semula (hanya memicu Vcc sesaat).



Gambar 2.5 Tombol push button

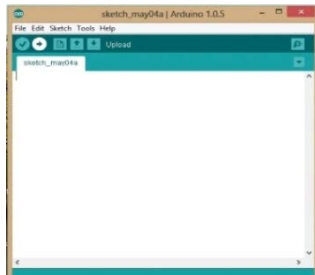
Limit Switch

Umumnya *limit switch* adalah sebuah saklar atau pembatas aliran yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya suatu obyek di lokasi tertentu. *Limit switch* akan aktif jika mendapatkan sentuhan atau tekanan dari suatu benda fisik.

Aplikasi Program Arduino IDE (Integrated Development Environment).

Untuk memulai program Arduino (untuk membuatnya melakukan apa yang kita inginkan) kita menggunakan IDE Arduino (Integrated Development Environment), IDE Arduino adalah

bagian software opensource yang memungkinkan kita untuk memprogram bahasa Arduino dalam bahasa C. IDE memungkinkan kita untuk menulis sebuah program secara step by step kemudian instruksi tersebut di upload ke papan Arduino.



Gambar 2.6 Tampilan Program IDE (Integrated Development Environment)

PROSES PERANCANGAN

Tinjauan Umum

Perancangan prototype elevator atau lift tiga lantai ini mengacu pada lift-lift yang telah ada secara umum dengan tujuan agar hasil perancangan bisa menyerupai lift yang sebenarnya. Namun demikian ada beberapa fungsi yang tidak diterapkan karena keterbatasan dalam segala hal mengenai sistem ini.

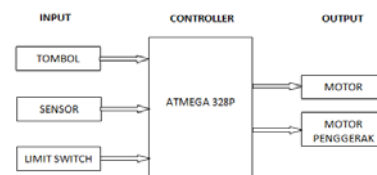
Secara garis besar sistem prototype elevator atau lift ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu :

- Bagian masukan
- Bagian pengendali / controller
- Bagian keluaran

Bagian masukan bertugas memberikan segala informasi mengenai kondisi yang sedang terjadi pada lift kepada controller, untuk selanjutnya diolah dan dikirim ke bagian keluaran, untuk selanjutnya dapat menggerakkan motor pintu dan motor penggerak.

Diagram Blok

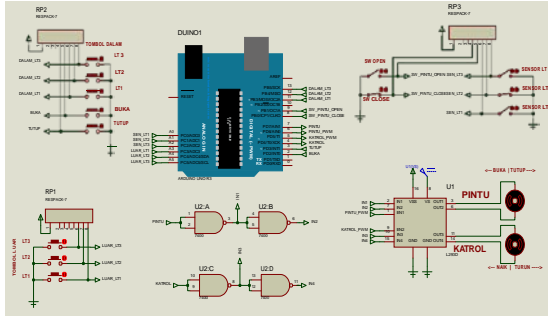
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa controller dalam hal ini ATMEGA 328P berfungsi sebagai otak dari keseluruhan sistem yang mengatur kinerja secara keseluruhan. Diagram blok dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Berdasarkan masukan yang terdiri dari tombol, sensor dan limit switch masing-masing adalah memberi perintah yang kemudian diolah melalui mikrokontroler Arduino Atmega 328P, sehingga menghasilkan keluaran motor pintu dan motor penggerak sesuai dengan

kerja yang diinginkan. Berikut ini adalah skema rangkaian sistem pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Skema Rangkaian Sistem

Pada skema rangkaian dapat dilihat bagaimana penyambungan berbagai komponen baik komponen masukan maupun keluaran dengan controller Arduino ATMEGA 328P. memanfaatkan pin digital dan analog.

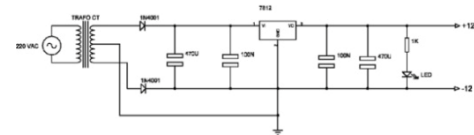
Perancangan Perangkat Keras
Perancangan Kerangka Lift

Pembuatan kerangka lift ini dibangun menggunakan acrylic sebagai dinding-dinding lift. Acrylic yang dipakai sebagai dinding lift mempunyai ketebalan 4mm. Lift yang dibangun adalah lift tiga

lantai yang mana ketinggian kerangka lift adalah 60cm x 20cm. Masing-masing lantai memiliki ketinggian sekitar 20cm.

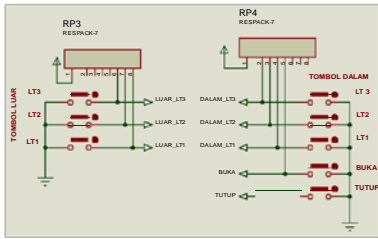
Rangkaian Catu Daya

Rangkaian ini berfungsi untuk mensuplai tegangan keseluruhan rangkaian yang ada. Rangkaian catu daya yang dibuat memiliki keluaran 12 volt. Keluaran 12 volt tersebut digunakan untuk mensuplai tegangan ke mikrokontroler arduino dan motor dc. Rangkaian catu daya ditunjukkan pada gambar 3.4 berikut ini :



Gambar 3.4 Rangkaian Catu Daya Rangkaian Tombol dan Limit Switch

Rancangan prototype elevator atau lift 3 lantai ini menggunakan 8 buah tombol dan 2 buah limit switch. Delapan buah tombol dan 2 buah limit switch ini terhubung ke controller melalui pin digital yang telah tersedia pada arduino. Terpasang pada pin digital karena keluaran atau kerja tombol ini adalah antara on dan off atau 1 dan 0. Berikut adalah gambar rangkaian dari tombol-tombol lift.

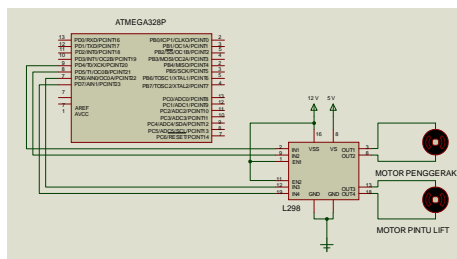


Gambar 3.5 Rangkaian Push Button dan limit switch

Rangkaian Driver Motor DC

Untuk mengendalikan perputaran motor dc dibutuhkan sebuah driver. Driver ini berfungsi untuk memutar motor dc searah/berlawanan arah dengan arah jarum jam. Mikrokontroler tidak dapat langsung mengendalikan putaran motor dc, karena itu dibutuhkan driver sebagai perantara antara mikrokontroler dan motor dc, sehingga perputaran dari motor dc dapat dikendalikan oleh mikrokontroler.

Pada penelitian ini rangkaian driver motor dc menggunakan modul motor shield L298. Diagram rangkaian driver motor dc L298 dengan ATmega 329 ditunjukkan pada gambar 3.6 berikut ini :

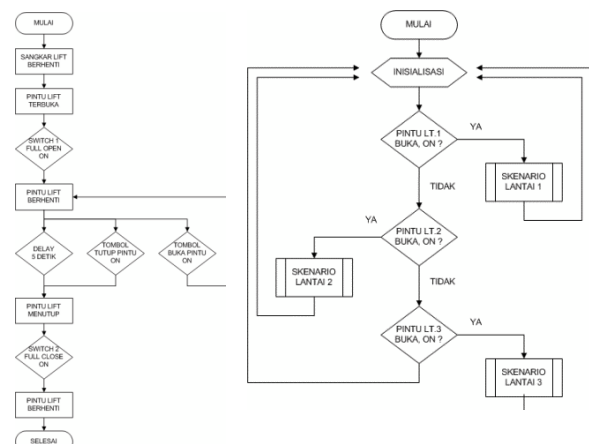


Gambar 3.6 Diagram rangkaian driver motor DC

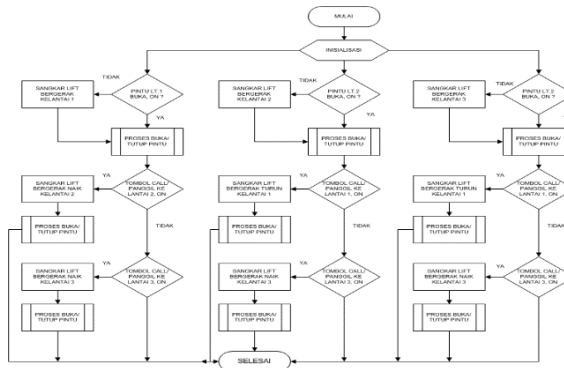
Pada rangkaian diatas, driver L298 mendapat input dari pin 4, 5, 6 dan 7 arduino. Pin – pin tersebut yang akan mengatur perubahan arah putaran motor dc sesuai dengan perintah yang diberikan. Driver L298 mendapat tegangan kerja sebesar 5 volt dc. Sedangkan untuk menggerakkan motor dc dibutuhkan power input sebesar 12 volt dc.

Diagram Flow Chart

Untuk dapat mempermudah perancangan perangkat lunak, terlebih dahulu dibuat diagram alur (flowchart) yang harus dikerjakan oleh mikrokontroler seperti tampak gambar 3.7 dan 3.8.



Gambar 3.7 Proses inialisasi dan Proses kerja pintu lift



Gambar 3.8 Proses keseluruhan pengendali lift tiga lantai

Secara garis besar urutan perintah pada prototype elevator atau lift ini dapat dilihat pada flow chart diatas. Mulai dari saat lift stand by di lantai tertentu, saat ada panggilan melalui tombol-tombol lantai, sampai dengan kerja lift secara keseluruhan.

PENGUJIAN DAN ANALISA RANGKAIAN Hasil Pengujian Perangkat Keras Driver Motor (Motor Shield L298) dan Motor DC

Pada pengujian ini juga digunakan Arduino Atmega328P yang telah dimasukan program, untuk memberikan kondisi tertentu (high atau low) pada kaki input L298 sehingga kedua motor dapat bergerak.

Tabel 4.1 Pengujian Driver Motor Shield

EN1	IN1	IN2	EN2	IN3	IN4	STATUS MOTOR PINTU	STATUS MOTOR PENGGERAK
1	0	1	-	-	-	Buka (CCW)	
1	1	0	-	-	-	Tutup (CW)	
0	1	0	-	-	-	Berhenti/ stop	
-	-	-	1	0	1		Naik (CCW)
-	-	-	1	1	0		Turun (CW)
-	-	-	0	0	1		Berhenti/ stop

Keterangan :
 CW = Clockwise (searah putaran jarum jam)
 CCW = Counterclockwise (berlawanan arah jarum jam)

Berdasarkan hasil pengujian, untuk mengontrol motor pintu, jika EN1 dan IN2 juga diberi logika 1, maka motor pintu berputar searah jarum jam. Putaran ini digunakan untuk menggerakkan motor pintu (pintu membuka). Sedangkan jika EN1 dan IN1 diberi logika 1 maka motor pintu berputar berlawanan arah jarum jam (counterclockwise). Putaran ini digunakan untuk menggerakkan motor pintu (pintu menutup). Selanjutnya untuk menghentikan motor pintu (pintu stop), maka hanya IN1 saja yang diberi logika 1. Begitu juga untuk menggerakkan motor penggerak.

Pengujian Tombol

Pengujian rangkaian tombol-tombol dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian yang dibuat telah tersambung dengan benar. Berikut adalah program untuk rangkaian tombol.

Tabel 4.2 Hasil pengujian rangkaian tombol

TEKANAN TOMBOL PADA PUSH BUTTON							KELUARAN KE PIN ARDUINO								
EK 1	EK 2	EK 3	DN 1	DN 2	DN 3	DR CL	DR OP	PIN A3	PIN A4	PIN A5	PIN 11	PIN 12	PIN 10	PIN 2	PIN 3
√								1	0	0	0	0	0	0	0
	√							0	1	0	0	0	0	0	0
		√						0	0	1	0	0	0	0	0
			√					0	0	0	1	0	0	0	0
				√				0	0	0	0	1	0	0	0
					√			0	0	0	0	0	1	0	0
						√		0	0	0	0	0	0	1	0
							√	0	0	0	0	0	0	0	1

Masing-masing tombol yang ditekan memberikan logika 1, sehingga pada keluaran yang terhubung ke mikrokontroler juga berlogika 1, dimana selanjutnya diteruskan untuk memberi perintah motor penggerak dan juga motor pintu.

Pengujian Limit Switch

Limit switch pada alat ini merupakan batasan pintu membuka secara penuh atau menutup secara penuh yang terpasang pada kedua sisi daun pintu lift,

Tabel 4.3 Hasil pengujian rangkaian limit switch

TEKANAN PADA LIMIT SWITCH		KELUARAN KE PIN ARDUINO	
SW CL	SW OP	PIN 8	PIN 9
√		1	0
	√	0	1

Melalui program dan hasil pengujian dapat disimpulkan jika pada saat motor pintu bekerja (pintu membuka) dan daun pintu lift mengenai limit switch open (logika 1) maka pin 9 akan aktif (logika 1), yaitu motor pintu mati (pintu stop)

yang artinya pintu sudah membuka secara penuh. Begitu juga pada saat motor pintu bekerja (pintu menutup) dan daun pintu mengenai limit switch close (logika 1) maka pin 8 akan aktif (logika 1), yaitu motor pintu mati (pintu stop) yang artinya pintu sudah menutup secara penuh.

Pengujian Sensor Lantai

Sensor lantai diletakkan di setiap lantai, yang berfungsi untuk membaca pergerakan lift. Dimana saat lift melayani ke lantai yang dituju maka lift akan berhenti secara otomatis, dalam hal ini sensor lantai lah yang berperan untuk membuat lift (motor penggerak) berhenti.

Tabel 4.4 Hasil pengujian rangkaian sensor lantai

STATUS PADA SENSOR LANTAI			KELUARAN KE PIN ARDUINO		
SEN LT 1	SEN LT 2	SEN LT 3	PIN A0	PIN A1	PIN A2
√			1	0	0
	√		0	1	0
		√	0	0	1

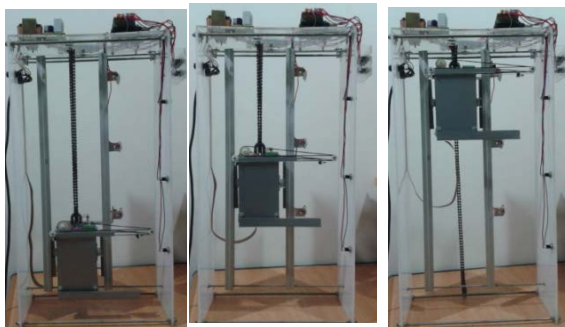
Berdasarkan program dan hasil pengujian dapat disimpulkan jika pada saat motor penggerak bergerak naik ataupun turun sesuai dengan perintahnya ke lantai tertentu dan mengenai sensor lantai tertentu (logika 1) sesuai dengan perintahnya, maka pin pada arduino

akan aktif (logika 1), yaitu motor penggerak akan berhenti (stop).

Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian Proses Lift Naik

Pengujian proses naik ini adalah untuk mengetahui apakah kerja sistem lift saat naik dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pada proses ini di uji dengan cara mengaktifkan tombol-tombol yang terletak diluar ataupun didalam lift.



Gambar 4.1 Proses lift saat naik

Berdasarkan proses lift saat naik seperti yang terlihat pada gambar 4.6 maka didapatkan hasil pengujian pada proses lift naik ini seperti yang terlihat pada table 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Proses Lift Naik

Lantai	Tombol Yang Akan di Aktifkan	Panggilan
1	EK-1	Proses Lift Stop (Kinerja Pintu)
	IN-1	Proses Lift Stop (Kinerja Pintu)
	EK-2	Proses Lift Naik ke Lantai 2
	IN-2	Proses Lift Naik ke Lantai 2
	EK-3	Proses Lift Naik ke Lantai 3
	IN-3	Proses Lift Naik ke Lantai 3
2	EK-2	Proses Lift Stop (Kinerja Pintu)
	IN-2	Proses Lift Stop (Kinerja Pintu)
	EK-3	Proses Lift Naik ke Lantai 3
	IN-3	Proses Lift Naik ke Lantai 3

Pada gambar 4.5 terlihat posisi ilift sedang berada dilantai 1, dan jika ditekan tombol call atau tujuan lantai 2 (tombol luar ataupun tombol dalam lift) maka motor penggerak sangkar lift aktif sehingga lift naik setelah sensor lantai 2 aktif. Saat lift mengenai sensor di lantai 2 maka motor penggerak sangkar lift akan mati (lift berhenti) dan kemudian terjadi proses buka dan tutup pintu. Begitu juga dengan kerja tombol-tombol lainnya.

Pengujian Sistem Buka, Tutup, Berhenti Pintu Lift Secara Otomatis

Proses pengujian ini adalah dimana pintu lift dapat bekerja secara otomatis tanpa menggunakan tombol buka tutup (DR-OP dan DR-CL) pintu yang ada. Pada proses ini setiap lift berhenti di salah satu lantai, maka pintu secara otomatis membuka kemudian berhenti, lalu terdapat waktu tunggu, setelah itu pintu menutup kembali secara otomatis. Hasil pengujian proses stop pada tiap-tiap lantai terlihat pada table dibawah 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Proses Pintu Stop

Arah	Lantai	Proses Pintu Stop				
		Status lift STOP	Pintu Membuka	Pintu Berhenti	Waktu Tunggu	Pintu Menutup
Naik	2	Ya	Ya	Ya	3s	Ya
	3	Ya	Ya	Ya	3s	Ya
Turun	2	Ya	Ya	Ya	3s	Ya
	1	Ya	Ya	Ya	3s	Ya

Berdasarkan tabel 4.6 dapat disimpulkan, saat posisi lift arah naik (dari lantai 1 ke lantai 2 dan 3), maupun saat posisi lift arah turun (dari lantai 3 ke lantai 2 dan 1) adalah ketika lift berhenti atau stop, pintu akan membuka secara otomatis sampai dengan membuka penuh kemudian secara otomatis pintu lift akan berhenti. Setelah itu terdapat delay selama 3 detik sebelum pintu lift tersebut menutup kembali, kemudian secara otomatis akan berhenti. Melalui hasil pengujian tersebut dapat dikatakan bahwa proses sistem buka, tutup, dan berhenti pintu lift secara otomatis dapat bekerja dan berfungsi dengan baik dan benar, sesuai dengan yang diharapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan pada perancangan prototype elevatormenggunakan

Mikrokontroler Atmega 328P telah dilakukan pengujian alat, pengambilan data serta pembahasan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Pembuatan perancangan prototype elevator menggunakan mikrokontroler Atmega 328P dilakukan dalam tiga tahap, yaitu :

1. Tahapan pertama membuat kerangk alift 3 lantai
2. Tahapan kedua, membuat sangkar lift
3. Tahapan ketiga adalah pembuatan sistem pengendali (controller).

Setelah semua selesai dibuat, maka selanjutnya menggabungkan semua rangkaian atau sistem yang dibuat baik software maupun hardware, sehingga menjadi sebuah prototype sistem pengendali lift menggunakan mikrokontroler Atmega 328P, setelah itu dilakukan pengujian dengan cara menjalankan / uji coba lift, sehingga lift dapat bergerak naik atau turun mencapai lantai yang ingin dituju, dan proses yang terjadi pada kerja pintu lift dapat membuka dan menutup kembali secara otomatis. Dan semua sensor dapat

bekerja dengan semestinya, maka dapat diketahui hasil kerja sistem lift 3 lantai menggunakan Mikrokontroler Arduino Atmega 328P bekerja sesuai dengan keinginan.

Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dimasa mendatang peneliti menyarankan beberapa hal, antaralain :

1. Menambahkan pin out pada mikrokontroller agar perangkat-perangkat yang terpasang pada lift dapat dibuat secara real (nyata) sesuai dengan lift sesungguhnya. Karena keterbatasan pin out pada Arduino Atmega 328P, sehingga menjadikan alat ini menjadi terbatas pada perangkat-perangkatnya.
2. Dengan begitu apabila terdapat banyak pin out pada mikrokontroller, maka perangkat lainnya seperti sensor pintu, buzzer, indicator lift dan lain sebagainya dapat terpasang.
3. Perbaiki atau perapihan pada struktur kerangka lift dan juga sistem mekanik yang ada, sehingga menjadikan alat ini

menjadi alat yang baik dan rapih.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (Codevision AVR)*. Bandung : Informatika.
2. Ardiwinoto. 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/8535 & Pemrogramannya Dengan Bahasa C WINAVR*. Bandung :Informatika.
3. Budiharto, Widodo. 2005. *Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.
4. Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroller dan Pemrograman Arduino*. Yogyakarta :Andi.
5. Lukman, Ardiansyah, Nendi. 2010. *Line Follower Robot Peniup Lilin Berlengan Satu Berbasis Microcontroller ATMEGA16*. Jakarta : Universitas Mercu Buana.
6. Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega 8/16/32/8535 dan*

*Pemrogramannya dengan
Bahasa C pada WinAVR.*
Bandung : Informatika.

7. Arduino. 2014. *Examples*.
<http://arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>. 5 Januari 2014.
8. Oomlout. 2014. ARDX.
<http://www.oomlout.com/a/products/ardx/>. 25 Maret 2014.