

Makalah Seminar Tugas Akhir

Perancangan Pengukur Volume Bensin Menggunakan Metode Interpolasi Berbasis Mikrokontroler ATMega8535

Awaludin Aziz^[1], Trias Andromeda, S.T., M.T.^[2], Darjat, S.T., M.T.^[2]
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jln. Prof. Soedharto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

Abstrak-Sepedamotor merupakan alat transportasi yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Permasalahan yang ada pada sepedamotor adalah sistem indikator volume bahan bakar, pada sistem ini indikator menunjukkan nilai volume, padahal sesungguhnya unit sensor yang digunakan oleh indikator tersebut bukanlah sensor volume melainkan sensor tinggi permukaan bahan bakar yang berupa potensiometer mekanik. Karena bentuk tangki bahan bakar yang tidak beraturan sehingga pendekatan matematis untuk merumuskan hubungan antara tinggi permukaan dan volume bensin akan menyulitkan. Oleh karena itu untuk menginterpretasikan manipulasi data dilakukan dengan metode interpolasi numerik.

Pada Tugas Akhir ini dirancang sebuah perangkat keras untuk mengukur volume bensin pada tangki bahan bakar sepedamotor Honda Supra berbasis mikrokontroler ATMega8535. Sensor yang digunakan adalah sensor tinggi permukaan bahan bakar. Untuk merumuskan hubungan tinggi permukaan dengan volume bensin digunakan tiga metode interpolasi, yaitu metode interpolasi linear, interpolasi kuadrat, dan interpolasi Lagrange.

Pada pengukuran volume antara 0,25 liter sampai dengan 2,8 liter diketahui bahwa metode interpolasi linear memiliki tingkat kesalahan pengukuran antara 0,1307 % hingga 18,23529 % serta memiliki tingkat kesalahan rata-rata 4,393263 %, metode interpolasi kuadrat memiliki tingkat kesalahan pengukuran antara 0,347855 % hingga 16,58323 % serta memiliki tingkat kesalahan rata-rata 4,654186 %, metode interpolasi Lagrange memiliki tingkat kesalahan pengukuran antara 0,395286 % hingga 24,2498 % serta memiliki tingkat kesalahan rata-rata 7,508636 %. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa metode interpolasi yang paling baik dibanding metode yang lain dalam merumuskan hubungan tinggi permukaan dan volume bensin pada sistem ini yaitu metode interpolasi linear dengan tingkat kesalahan rata-rata paling kecil yaitu 4,393263 %.

Kata Kunci : sensor tinggi permukaan, interpolasi numerik, volume bensin, ATMega8535.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Pada sepeda motor kita dapat melihat berapa volume bensin yang masih tersisa pada tangki dengan melihat indikator volume bensin. Permasalahan yang ada adalah perubahan jarum pada indikator tersebut tidaklah sesuai dengan perubahan volume bensin saat itu.

Agar indikator tersebut otomatis menunjukkan volume sebenarnya. maka diperlukan suatu mekanisme yang mengubah tegangan indikator ketinggian permukaan menjadi tegangan yang mewakili volume tangki bahan bakar. Padahal, tidak mudah untuk merumuskan hubungan antara ketinggian permukaan tangki dan volume tangki, karena bentuk tangki yang tidak beraturan sehingga pendekatan matematis dirasa akan terlalu memberatkan, oleh karena itu dilakukan pendekatan melalui data tabulasi. karena keterbatasan dalam pengukuran sehingga data yang diperoleh adalah bersifat diskret. Untuk menginterpretasikan

manipulasi data diskret dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan metode interpolasi.

1.2 Tujuan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah membandingkan tiga metode interpolasi untuk merumuskan hubungan ketinggian permukaan bensin dengan volume bensin pada tangki sepeda motor Honda Supra berbasis mikrokontroler ATMega8535.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada pembuatan tugas akhir ini penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. *Plant* yang digunakan adalah tangki bensin motor Honda Supra.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor ketinggian permukaan bahan bakar berupa potensiometer yang difungsikan sebagai pembagi tegangan.
3. Metode interpolasi yang digunakan ada tiga, yaitu Interpolasi Linear, interpolasi kuadrat, dan interpolasi lagrange.

^[1] Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

^[2] Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

4. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega8535.
5. Pengujian alat hanya untuk mengukur volume yang ada pada tangki saat itu, pembukaan keran untuk mengurangi volume bensin dan penambahan volume bensin ketika tangki telah kosong dilakukan secara manual
6. Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler adalah *Code Vision AVR*.
7. Perangkat lunak Borland Delphi digunakan untuk membuat program monitoring sistem.

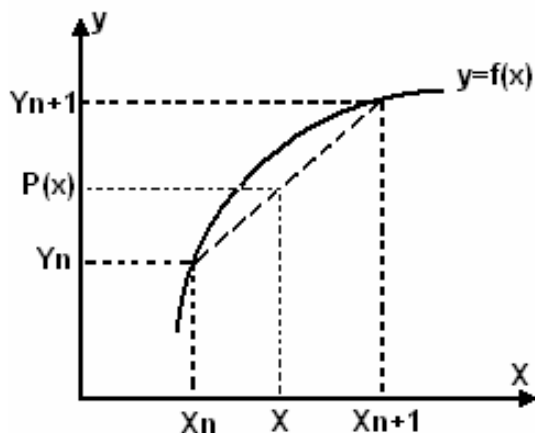
II. DASAR TEORI

2.1 Interpolasi Numerik^{[2][3]}

Bila suatu fungsi disajikan dalam bentuk tabel, maka tidak semua harga-harga fungsi muncul dalam tabel tersebut. Interpolasi adalah proses menaksir harga-harga yang tidak dicantumkan itu berdasarkan data-data yang ditabelkan. Dalam hal ini diasumsikan bahwa fungsi berperilaku cukup mulus (*smooth*) di antara titik-titik tabel sedemikian sehingga ia dapat didekati dengan suatu polinomial.

2.1.1 Interpolasi Linear^{[2][3]}

Bentuk interpolasi yang paling sederhana adalah menghubungkan dua titik data dengan garis lurus. Teknik ini dinamakan Interpolasi Linear. Dalam gambar 2.1, kurva $y = f(x)$ dapat didekati dengan garis lurus l diantara x_1 dan x_2 .



Gambar 2.1 Interpolasi Linear

Dari asumsi bahwa kurva $f(x)$ dapat didekati dengan garis lurus l dalam selang $[x_n, x_{n+1}]$, maka

untuk suatu harga x dalam selang $[x_n, x_{n+1}]$ fungsi $f(x)$ dapat didekati dengan:

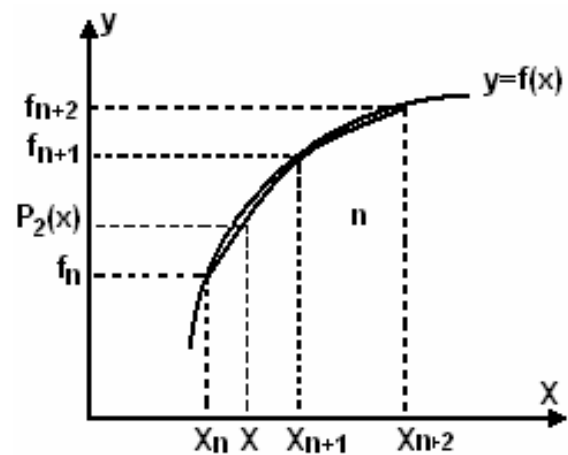
$$\frac{f_1(x) - y_n}{x - x_n} = \frac{y_{n+1} - y_n}{x_{n+1} - x_n}$$

$$f_1(x) = y_n + \frac{y_{n+1} - y_n}{x_{n+1} - x_n}(x - x_n) \dots \dots \dots (1)$$

Dilihat dari rumus diatas $f_1(x)$ menunjukkan bahwa ini adalah polinom interpolasi orde pertama.

2.1.2 Interpolasi Kuadrat^{[2][3]}

Untuk memperbaiki kekurangan dari Interpolasi Kuadrat (karena kurva tersebut didekati dengan garis lurus) maka fungsi dapat didekati dengan suatu fungsi yang melewati tiga titik data, hal ini dapat dilakukan dengan suatu polinomial pangkat dua. Interpolasi ini disebut interpolasi kuadrat.



Gambar 2.2 Interpolasi Kuadrat

Misalkan pada gambar 2.2 terdapat tiga titik $x_n, x_{n+1} = x_n + h, x_{n+2} = x_n + 2h$. Misalkan juga $f(x)$ dapat didekati dengan suatu polinomial pangkat dua.

$$P_2(x) = a + b(x - x_n) + c(x - x_n)(x - x_{n+1}) \dots (2)$$

2.1.3 Interpolasi Lagrange^[2]

Interpolasi polinomial digunakan untuk mencari titik-titik antara dari n buah titik $P_1(x_1, y_1), P_2(x_2, y_2), P_3(x_3, y_3), \dots, P_N(x_N, y_N)$ dengan menggunakan pendekatan fungsi polynomial yang disusun dalam kombinasi deret dan didefinisikan dengan :

$$f_n(x) = \sum_{i=0}^n L_i(x) f(x_i) \dots\dots\dots (3)$$

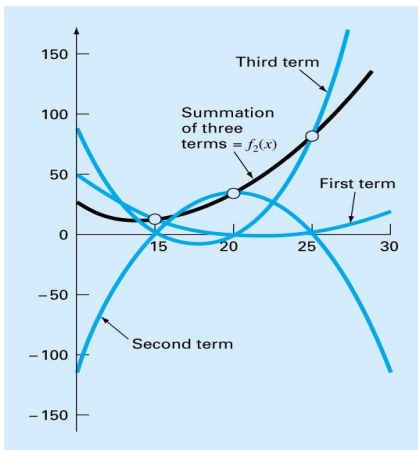
dengan $L_i(x) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \dots\dots\dots (4)$

dimana \prod menunjukkan "hasil kali" (product of). Misal versi linier ($n=1$) adalah

$$f_1(x) = \frac{x - x_1}{x_0 - x_1} f(x_0) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} f(x_1) \dots(5)$$

Dan versi orde kedua adalah

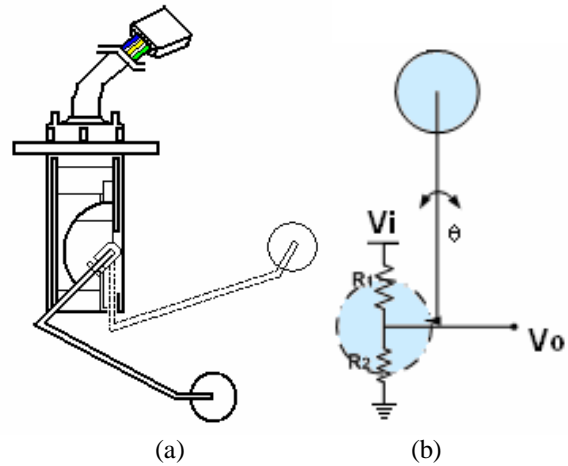
$$f_2(x) = \frac{(x - x_1)(x - x_2)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)} f(x_0) + \frac{(x - x_0)(x - x_2)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)} f(x_1) + \frac{(x - x_0)(x - x_1)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)} f(x_2) \dots\dots(6)$$



Gambar 2.3 Interpolasi Lagrange

2.2 Sensor Tinggi Permukaan^[10]

Sensor ini tidak dapat menghasilkan tegangan sendiri tetapi menghasilkan perubahan nilai resistansi apabila ketinggian bahan bakar mengalami perubahan. Perubahan ini selanjutnya menyebabkan perubahan besar tegangan yang dihasilkan sensor. Pada gambar 2.4 Perubahan resistansi ini dapat bernilai positif (nilai resistansi R2 bertambah) sehingga tegangan keluaran dari sensor (V_o) meningkat atau negatif (nilai resistansi R2 berkurang) yang berarti tegangan keluaran sensor (V_o) berkurang. Perubahan tegangan inilah yang dimanfaatkan untuk mengetahui ketinggian bahan bakar. Gambar 2.1 berikut ini adalah gambar skematik sensor tersebut.



Gambar 2.4 (a) Unit Sensor Tinggi Permukaan (b) Diagram skematik sensor posisi.

2.3 Diagram Ruang Keadaan^[4]

Diagram ruang keadaan atau diagram *state* merupakan diagram yang menggambarkan masukan, kondisi *state*, keluaran sistem pada suatu saat. Pada diagram ruang keadaan keluaran sebuah sistem dipengaruhi oleh kondisi *state* dan kondisi masukan. Pada diagram ruang keadaan dikenal istilah *finite state machine* atau mesin yang memiliki keadaan berhingga. *Finite state machine* pada dasarnya adalah metode untuk merancang sebuah mesin sekuensial yang memiliki kombinasi masukan, *state*, dan keluaran yang berhingga.

2.4 Mikrokontroler ATmega8535^[7]

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan mikrokontroler 8 bit dengan konsumsi daya rendah produksi ATMEL yang telah didukung penuh dengan program dan sarana pengembangan seperti *compiler C*, *simulator program*, *emulator* dalam rangkaian dan kit evaluasi. Gambar 2.5 merupakan konfigurasi *pin - pin* pada mikrokontroler ATmega8535.

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC 0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC 1)
(INT2 / AIN 0) PB2	3	38	PA2 (ADC 2)
(OC0/AIN 1) PB3	4	37	PA3 (ADC 3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC 4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC 5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC 6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC 7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC 2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC 1)
(RXD) PD0	14	27	PA5 (ADC 5)
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC 2)

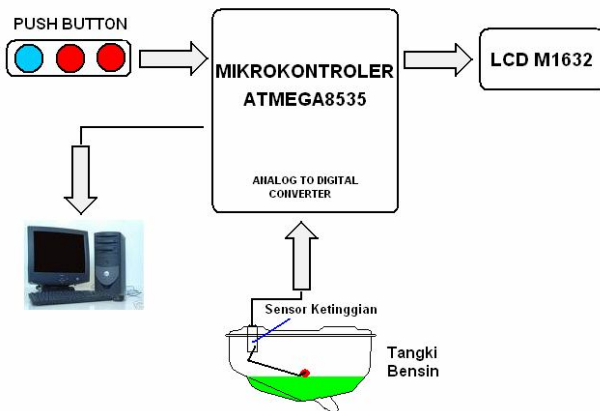
Gambar 2.5 Konfigurasi *pin - pin* ATMEGA 8535

III. PERANCANGAN

Perancangan tugas akhir ini pada dasarnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

3.1 Perancangan Perangkat Keras

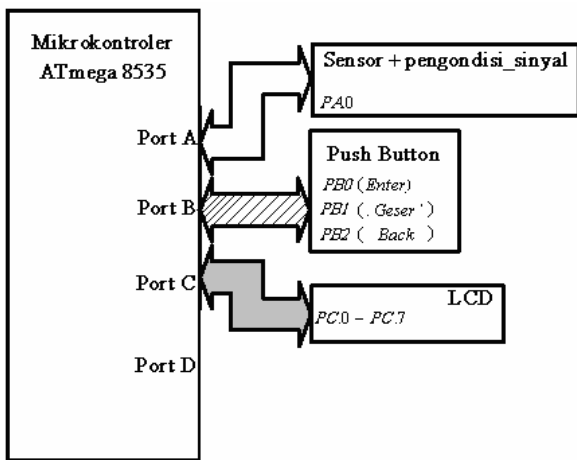
Diagram skematik perancangan perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram skematik perangkat keras sistem pengukuran volume.

3.1.1 Perancangan Sistem Minimum ATmega8535

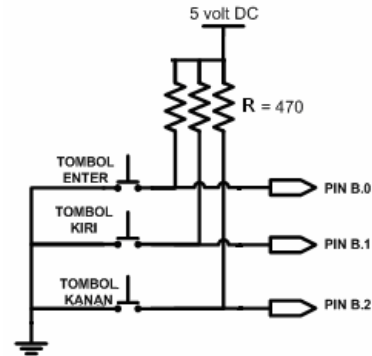
Perancangan sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 merupakan perancangan sistem mikrokontroler paling minimal yang dibutuhkan oleh mikrokontroler untuk bekerja. Gambar 3.2 merupakan rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535.



Gambar 3.2 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535.

3.1.2 Perancangan Keypad

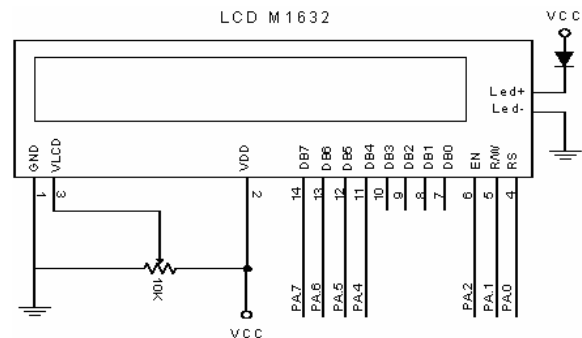
Perancangan *keypad* merupakan perancangan *input* mikrokontroler ATmega8535 menggunakan tiga buah tombol *push button* sebagai tombol input pada sistem ini. Gambar 3.3 menunjukkan rangkain keypad pada sistem ini.



Gambar 3.3 Rangkaian keypad.

3.1.3 Perancangan LCD

Pada perancangan system pengukur volume bensin ini, LCD M1632 pada Gambar 3.4 digunakan sebagai penampil program yang menunjukkan kondisi atau *state* program yang sedang aktif. Gambar 3.4 merupakan perancangan LCD M1632 pada sistem pengukur volume.



Gambar 3.4 Perancangan LCD M1632 .

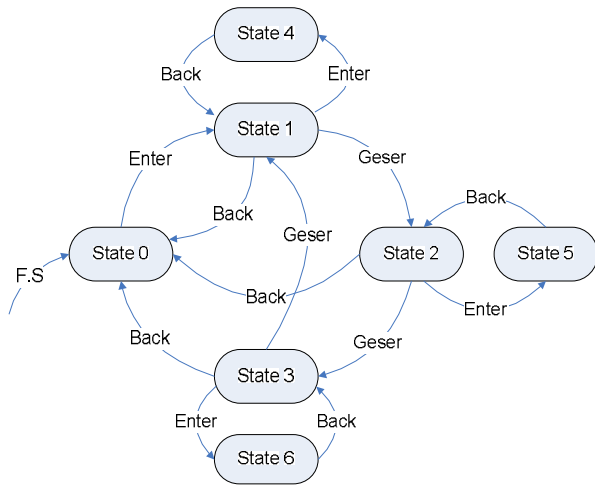
3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan perancangan algoritma program untuk merealisasikan algoritma-algoritma interpolasi pada sistem pengukuran ini.

3.2.1 Perancangan Finite State Machine

Perancangan *finite state machine* merupakan perancangan diagram ruang keadaan sistem agar sistem mampu melakukan beberapa organisasi *input* dan *output* mikrokontroler, pembacaan nilai ADC, tampilan LCD, pemanggilan fungsi Interpolasi Linear, Interpolasi Kuadrat, dan Interpolasi

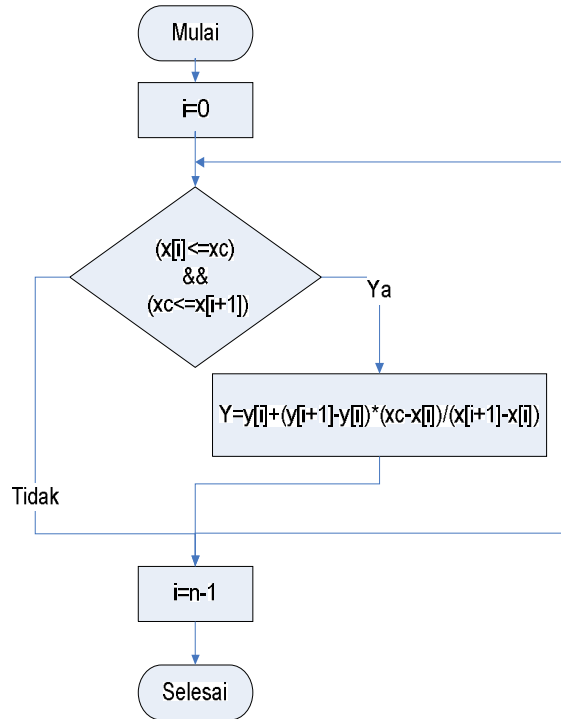
Lagrange pada suatu saat sesuai. Gambar 3.5 merupakan hasil perancangan *finite state machine* sistem pengukur volume bensin sepeda motor.



Gambar 3.5 Perancangan *finite state machine*.

3.2.2 Algoritma Interpolasi Linear

Interpolasi Linear merupakan metode interpolasi yang paling sederhana yaitu dengan menghubungkan dua titik data dengan garis lurus. Bagan alir untuk metode Interpolasi Linear dapat dilihat pada gambar 3.6.



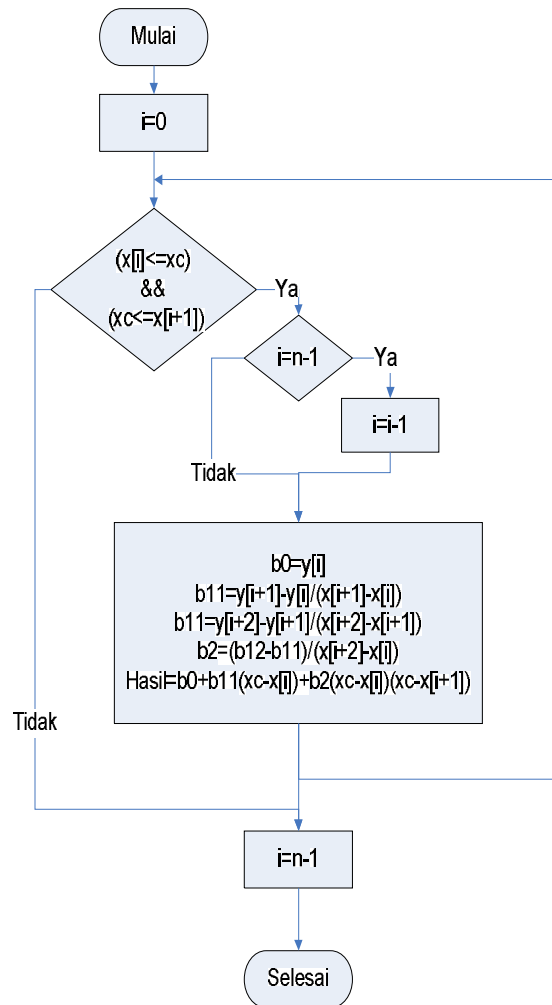
Gambar 3.6 Bagan alir metode Interpolasi Linear.

Sedangkan algoritma Interpolasi Linear adalah sebagai berikut :

- Masukkan harga x_c .
- Untuk $i=0$ sampai $n-1$, jika $(x[i] < x_c)$ dan $(x_c < x[i+1])$.
- Jika $(i=n)$ keluar, titik x_c diluar jangkauan interpolasi.
- $y = y[i] + (y[i+1] - y[i])(x_c - x[i]) / (x[i+1] - x[i])$
- Selesai.

3.2.3 Algoritma Interpolasi Kuadrat

Pada Interpolasi Kuadrat, kurva didekati dengan menghubungkan tiga titik data, hal ini dapat dilaksanakan dengan polinom orde kedua. Bagan alir untuk metode Interpolasi Kuadrat dapat dilihat pada gambar 3.7.



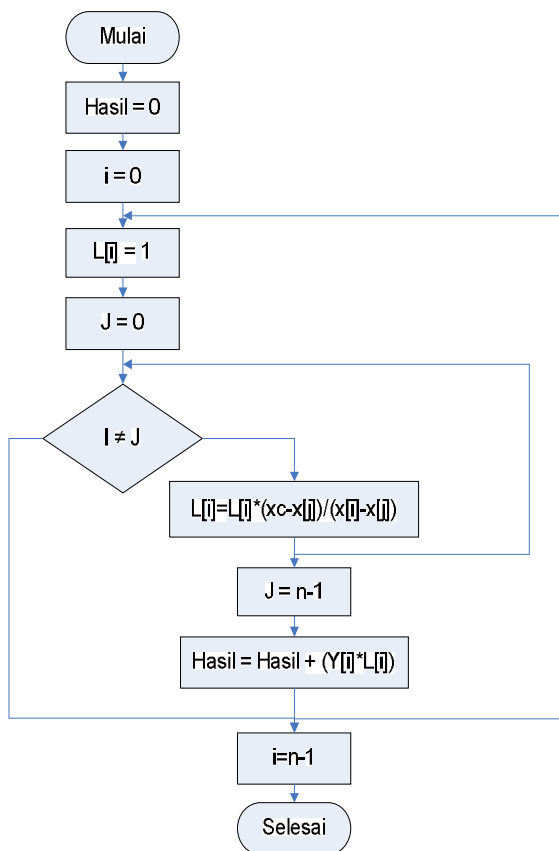
Gambar 3.7 Bagan alir Metode Intepolasi Kuadrat

Algoritma Interpolasi kuadrat adalah sebagai berikut :

- Masukkan harga x_c .
- Untuk $i=0$ sampai $n-1$, jika $(x[i] < x_c)$ dan $(x_c < x[i+1])$.
- Jika $(i=n)$ keluar, titik x_c diluar jangkauan interpolasi.
- Jika $(i=n-1)$ maka $i=i-1$;
- Hitung
 - $b0 = y[i]$
 - $b11 = (y[i+1] - y[i]) - (x[i+1] - x[i])$
 - $b11 = (y[i+2] - y[i+1]) - (x[i+2] - x[i+1])$
- maka $y = b0 + b11(xc - x[i]) + b2(xc - x[i])(xc - x[i+1])$
- Selesai

3.2.4 Algoritma Interpolasi Lagrange

Pada Interpolasi Kuadrat, kurva didekati dengan menghubungkan tiga titik data, hal ini dapat dilaksanakan dengan polinom orde kedua. Bagan alir untuk metode Interpolasi Lagrange dapat dilihat pada gambar 3.8.



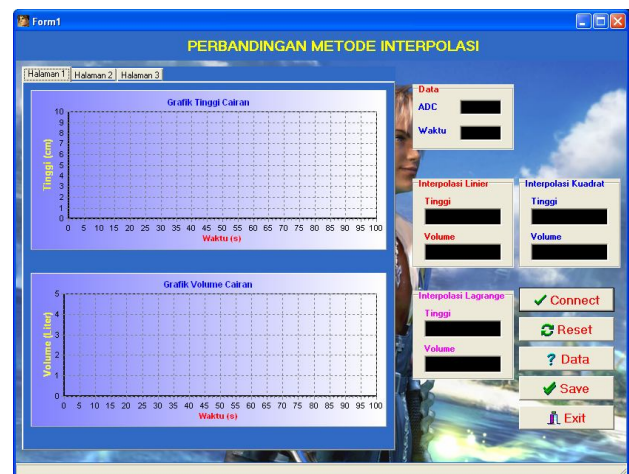
Gambar 3.8 Bagan Alir Metode Intepolasi Lagrange

Algoritma Interpolasi Lagrange adalah sebagai berikut :

- Masukkan harga x_c .
- Hasil=0;
- Untuk $i = 0$ sampai n , $l[i]=1$;
- Untuk $j=0$ sampai n , jika $(i \neq j)$ maka $l[i] = l[i] * (xc - x[j]) / (x[i] - x[j])$
- Hitung $Hasil = hasil + y[i] * l[i]$
- Selesai

3.2.5 Perancangan Program Monitoring Menggunakan Delphi

Perancangan program *monitoring* menggunakan bantuan perangkat lunak Borland Delphi 7, monitoring ini pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan keluaran sistem pengukuran volume ketiga metode interpolasi yang digunakan. Gambar 3.9 merupakan tampilan program *monitoring* menggunakan *Borland Delphi*.



Gambar 3.9 Tampilan program *monitoring* menggunakan Delphi.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui hasil perancangan yang telah dibuat, sedangkan analisis dimaksudkan untuk menguji kelayakan sistem yang dibuat dengan teori yang ada. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian algoritma interpolasi dalam pengukuran volume yang akhirnya menentukan ketepatan dalam pengukuran volume bensin.

4.1 Pengujian Sensor Posisi

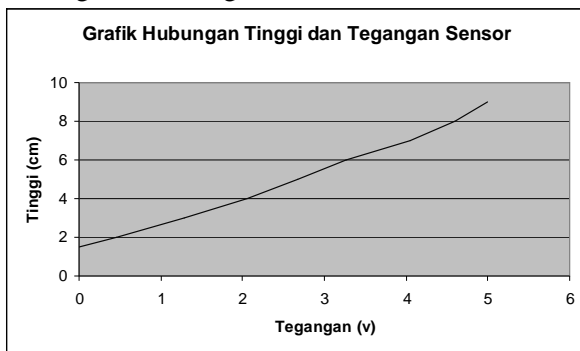
Pengujian sensor ketinggian dilakukan dengan menguji tegangan potensiometer pada beberapa titik ketinggian bensin. Pengujian

tegangan pada beberapa titik ketinggian akan mendapatkan grafik hubungan antara tinggi dan tegangan. Tabel 4.1 memperlihatkan hasil pengujian sensor.

Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor tinggi permukaan

No	Tinggi (cm)	Tegangan (V)	ADC
1	1,5	0	0
2	2	0,46	22
3	3	1,28	63
4	4	2,06	104
5	5	2,68	138
6	6	3,27	168
7	7	4,05	207
8	8	4,59	234
9	9	5	255

Untuk mengetahui linearitas sensor ketinggian maka data tersebut disajikan dalam bentuk gambar sebagai berikut.



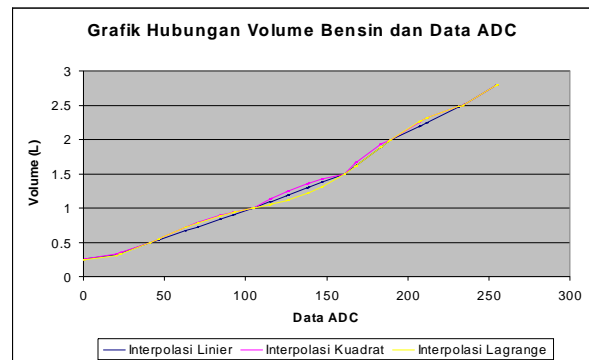
Gambar 4.1 Pengujian sensor tinggi permukaan.

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa hubungan antara tegangan keluaran sensor dengan ketinggian tidaklah linear sempurna, tetapi linear sebagian-sebagian. Sehingga untuk menggambarkan hubungan antara ketinggian dan tegangan digunakan metode interpolasi yang menghubungkan antara nilai ADC dengan Volume bensin pada tangki.

4.2 Pengujian Sistem Pengukur Volume

Seperti telah disebutkan sebelumnya, untuk merumuskan hubungan antara ketinggian permukaan tangki dan volume tangki, karena bentuk tangki yang tidak beraturan sehingga pendekatan matematis dirasa akan terlalu memberatkan, oleh karena itu dilakukan pendekatan menggunakan metode interpolasi numerik.

Berdasarkan hasil pengukuran ketiga metode interpolasi diatas didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik hubungan ketinggian dan tegangan pada sensor ketinggian hasil percobaan.

Berdasarkan hasil pengujian dengan ketiga metode interpolasi, yaitu interpolasi linear, interpolasi kuadrat, dan interpolasi lagrange didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil pengukuran Volume menggunakan ketiga metode Interpolasi.

Alat Ukur Pembanding	Volume								
	Interpolasi Linear			Interpolasi Kuadrat			Interpolasi Lagrange		
	Data 1	Data 2	Data 3	Data 1	Data 2	Data 3	Data 1	Data 2	Data 3
2,3	2,443	2,390	2,205	2,468	2,313	2,313	2,466	2,320	2,320
1,8	1,897	1,897	1,897	1,938	1,938	1,938	1,895	1,895	1,895
1,3	1,304	1,188	1,304	1,363	1,246	1,363	1,220	1,114	1,220
0,8	0,841	0,722	0,841	0,895	0,784	0,895	0,894	0,782	0,888

Berdasarkan data pengujian yang didapat seperti pada Tabel 4.7 dapat dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan data Pengukuran Volume Menggunakan Metode Interpolasi Linear.

Volume (L)	Pengukuran	\bar{x}	deviasi	σ	error (%)
2,3	2,443	2,346	0,143	0,1370657	5,959377
	2,39		0,09		
	2,205		-0,095		
1,8	1,897	1,897	0,097	0,1188003	6,600014
	1,897		0,097		
	1,897		0,097		
1,3	1,304	1,2653333	0,004	0,0792969	6,099762
	1,188		-0,112		
	1,304		0,004		
0,8	0,841	0,8013333	0,041	0,0687241	8,590511
	0,722		-0,078		
	0,841		0,041		

Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan bahwa hasil pengukuran mempunyai tingkat kesalahan pengukuran (*error*) antara 5,959377 % hingga 8,590511 % pada pengukuran volume antara 0,8 Liter sampai dengan 2,3 Liter dengan menggunakan metode Interpolasi Linear.

Tabel 4.4 Perhitungan data Pengukuran Volume Menggunakan Metode Interpolasi Kuadrat.

Volume (L)	Pengukuran	\bar{x}	deviasi	σ	error (%)
2,3	2,468	2,3646667	0,168	0,1195031	5,195789
	2,313		0,013		
	2,313		0,013		
1,8	1,938	1,938	0,138	0,1690148	9,389711
	1,938		0,138		
	1,938		0,138		
1,3	1,363	1,324	0,063	0,0736682	5,666783
	1,246		-0,054		
	1,363		0,063		
0,8	0,895	0,858	0,095	0,0956713	11,95891
	0,784		-0,016		
	0,895		0,095		

Berdasarkan Tabel 4.9 didapatkan bahwa hasil pengukuran mempunyai tingkat kesalahan pengukuran (*error*) antara 5,195578 % hingga 11,95891 % pada pengukuran volume antara 0,8 Liter sampai dengan 2,3 Liter dengan menggunakan metode Interpolasi Kuadrat.

Tabel 4.5 Perhitungan data Pengukuran Volume Menggunakan Metode Interpolasi Lagrange.

Volume (L)	Pengukuran	\bar{x}	deviasi	σ	error (%)
2,3	2,466	2,3686667	0,166	0,1190714	5,177018
	2,32		0,02		
	2,32		0,02		
1,8	1,895	1,895	0,095	0,1163508	6,463931
	1,895		0,095		
	1,895		0,095		
1,3	1,22	1,1846667	-0,08	0,1539415	11,84166
	1,114		-0,186		
	1,22		-0,08		
0,8	0,894	0,8546667	0,094	0,0919348	11,49184
	0,782		-0,018		
	0,888		0,088		

Berdasarkan Tabel 4.10 didapatkan bahwa sensor ketinggian mempunyai tingkat kesalahan pengukuran (*error*) antara 5,177018 % hingga 11,84166 % pada pengukuran ketinggian antara 0,8 Liter sampai dengan 2,3 Liter dengan menggunakan metode interpolasi lagrange, terlihat bahwa error interpolasi lagrange lebih kecil dibandingkan dengan metode interpolasi kuadrat.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem pengukuran volume bensin dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut :

1. Pada pengujian pengukuran volume menggunakan metode Interpolasi Linear didapatkan bahwa sensor ketinggian mempunyai tingkat kesalahan pengukuran (*error*) antara 5,959377 % hingga 8,590511 % pada pengukuran volume antara 0,8 Liter sampai dengan 2,3 Liter.

2. Pada pengujian pengukuran volume menggunakan metode Interpolasi Kuadrat didapatkan bahwa sensor ketinggian mempunyai tingkat kesalahan pengukuran (*error*) antara 5,195578 % hingga 11,95891 % pada pengukuran volume antara 0,8 Liter sampai dengan 2,3 Liter.

3. Pada pengujian pengukuran volume menggunakan metode Interpolasi Lagrange didapatkan bahwa sensor ketinggian mempunyai tingkat kesalahan pengukuran (*error*) antara 5,177018 % hingga 11,84166 % pada pengukuran volume antara 0,8 Liter sampai dengan 2,3 Liter.

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat diberikan sebagai saran dari tugas akhir perbandingan metode interpolasi pada pengukur volume bensin berbasis mikrokontroler Atmega8535 adalah sebagai berikut:

1. Pada aplikasi praktis sebaiknya digunakan metode interpolasi yang lebih sederhana seperti metode interpolasi linear sehingga memori yang digunakan relatif lebih sedikit, waktu perancangan yang lebih singkat dan kerumitan program yang lebih rendah.
2. Diperlukan adanya perbaikan perangkat keras terutama sensor ketinggian sehingga alat yang telah dirancang memiliki tingkat kesalahan pengukuran lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggoro, Bambang, *Pengukuran Listrik*, Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi & Pengukuran Listrik ITB, Bandung, 1986.
- [2] Chapra, Steven C. dan Canale, Raymond P. *Metode Numerik*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1994.
- [3] Halawa, Edward E. H dan Sakti, Setyawan. *Pemrograman dengan C/C++ dan Aplikasi Numerik*, Erlangga, Jakarta, 1995.
- [4] Malvino, Albert Paul & Donald P. Leach, *Prinsip – Prinsip Elektronika*, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [5] Sapiie, Soedjana dan Nishino, Osamu, *Pengukuran dan Alat-Alat Ukur Listrik*, Pradnya Paramitha, Jakarta, 1986.
- [6] Setiawan, Iwan, *Programmable Logic Control (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [7] Setiawan, Iwan, *Perancangan Software Embedded Berbasis FSM*, 2006.
- [8] Sudono, Agus, *Memfaatkan Port Printer Komputer Menggunakan Delphi*, Smart Books, Yogyakarta, 2004.
- [9] Sugiharto, Agus, *Penerapan Dasar Transducer dan Sensor*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 2002.
- [10] Wardhana, Lingga, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri Atmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [11] Tim Penelitian dan Pengembangan Wahana Komputer, *Teknik Antarmuka dengan Komputer Berbasis Borland Delphi*, Penerbit Salemba Infotek, Jakarta, 2006.
- [12] Wasito S., *Vademekum Elektronika*, PT. Gramedia, Jakarta, 1985.
- [13] Wiguna, Teguh, *Pengukur Volume Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler AT89S51*, Tugas Akhir S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- [14] ..., *Buku Pedoman Reparasi Honda Supra Fit*, PT Astra Honda Motor, 2000.
- [15] ..., *Modul Praktikum Pemrosesan Embedded Modul 5*, hary@eepis-its.edu, hendri@eepis-its.edu
- [16] ..., *Modul Praktikum Pemrosesan Embedded Modul 6*, hary@eepis-its.edu, hendri@eepis-its.edu



Awaludin Aziz (L2F 003 485)

Lahir di kab. Tegal, telah menjalani pendidikan Sekolah Dasar Negeri 8 Prupuk Selatan, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama 3 Margasari, Sekolah Menengah Umum Negeri 1 Bumiayu, dan sekarang tengah menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Mengetahui/ Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

Trias Adromeda, ST, MT

NIP. 132 283 185

Tanggal : _____

Darjat, S.T., M.T.

NIP. 132 231 135

Tanggal: _____