

PEMBUATAN MODEL ALAT UKUR BAHAN BAKAR TANGKI HELIKOPTER MENGGUNAKAN METODE KAPASITANSI

Adi Putra Toga Torop¹, Yohannes Dewanto², Bekti Yulianti³
¹Mahasiswa Elektro Unsurya, ^{2,3}Dosen Teknik Unsurya Elektro

Abstract

Helicopters are heavier-than-air aircraft, with swivel wings with propellers, getting their spin from the transmission rotated by the engine. Helicopters are classified as rotary wing aircraft to distinguish them from aircraft with fixed wings. The fuel quantity in the instrument panel shows the amount of fuel as measured by the sensing unit in the tank. Most helicopter fuel measurements show in gallons (pounds), and will be accurate only when empty. So that the calibration is carried out when the fuel is fully filled and when the fuel is empty in the tank.

In order to more easily understand the analysis of helicopter fuel using this capacitance method, a schematic diagram was designed. The measuring instrument was tested when submerged in water at a height of 5 cm, 10 cm, 15 cm, and 20 cm.

Keyword : *Helicopter, Capacitor, Arduino, Sketch.*

Abstrak

Helikopter adalah pesawat udara yang lebih berat dari udara, bersayap putar dengan baling-baling, mendapatkan putaran dari transmisi yang diputar oleh mesin. Helikopter diklasifikasikan sebagai pesawat sayap berputar (rotary wing) untuk membedakannya dari pesawat dengan sayap tetap (fixed wing). Jumlah bahan bakar yang ada di panel instrument menunjukkan jumlah bahan bakar yang diukur oleh unit penginderaan didalam tangki. Kebanyakan pengukuran bahan bakar helikopter menunjukkan dalam gallon (pond), dan akan akurat hanya pada saat kosong. Sehingga dilakukan pengkalibrasian pada saat bahan bakar terisi penuh dan pada saat bahan bakar kosong pada tangki.

Untuk dapat lebih mudah memahami analisa bahan bakar helikopter yang menggunakan metode kapasitansi ini, maka dirancang skematik diagram. Alat ukur diuji saat terendam air pada ketinggian 5 cm, 10 cm, 15 cm, dan 20 cm.

Kata Kunci : *Helicopter, Capacitor, Arduino, Sketch.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Helikopter adalah pesawat udara yang lebih berat dari udara, bersayap putar dengan baling-baling, mendapatkan putaran dari transmisi yang diputar oleh mesin. Helikopter diklasifikasikan sebagai pesawat sayap berputar (rotary wing) untuk membedakannya dari pesawat dengan sayap tetap (fixed wing). Kata heikopter berasal dari bahasa Yunani helix (spiral) dan pteron (sayap). Helikopter yang dijalankan oleh mesin diciptakan oleh penemu Slovakia, bernama Jan Bahyl.

Pada umumnya, sistem bahan bakar pada helikopter terdiri dari dua kelompok yaitu sistem pasokan bahan bakar dan sistem kontrol bahan bakar mesin. Sistem pasokan

bahan bakar terdiri dari tangki bahan bakar, pengukur jumlah bahan bakar, katup penutup, saringan bahan bakar, jalur bahan bakar ke mesin, dan pompa bahan bakar. Tangki bahan bakar adalah tempat penampungan bahan bakar. Tangki bahan bakar helikopter biasanya dipasang sedekat mungkin dengan CG atau titik pusat berat dimana dengan cara seperti ini tidak akan mempengaruhi titik pusat berat helikopter tersebut pada saat bahan bakar terbakar. Pompa bahan bakar biasanya digerakkan oleh listrik untuk memaskan bahan bakar ke mesin dan beroperasi kapanpun mesin menyala.

Jumlah bahan bakar yang ada di panel instrument menunjukkan jumlah bahan bakar yang diukur oleh unit penginderaan didalam tangki. Kebanyakan pengukuran bahan bakar helikopter menunjukkan dalam gallon (pond), dan akan akurat hanya pada saat kosong. Sehingga dilakukan pengkalibrasian pada saat bahan bakar terisi penuh dan pada saat bahan bakar kosong pada tangki.

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengetahui besaran baik itu besaran ukuran dimensi dan kondisi suatu fisik suatu komponen. Alat ukur dipergunakan untuk mengukur secara presisi, yang dilakukan dalam melakukan pekerjaan pemeliharaan, perbaikan otomotif dan peralatan Teknik.

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan diikatkan.

Berdasarkan observasi pada PT Kalimasada Pusaka bahwa, penunjukan jumlah bahan bakar yang ada pada tangki helikopter menggunakan metode kapasitansi. Bahan bakar yang digunakan pada helikopter yang diobservasi menggunakan aviation turbine fuel atau Avtur jet A-1. Bahan bakar ini digunakan pada helikopter yang bermesin turbin. Oleh sebab itu peneliti melakukan penelitian dengan membuat alat ukur bahan bakar tangki helikopter menggunakan metode kapasitansi untuk mengetahui bagaimana alat ukur tersebut dapat menunjukkan perubahan volume yang terdapat pada tangki. Adapun bahan dielektrikum yang digunakan pada saat pengujian adalah air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kapasitas pada tangki helikopter terhadap perubahan volume bahan bakar yang diisi pada tangki tersebut. Perubahan level pada sensor kapasitif akan mempengaruhi nilai kapasitif (C) terhadap konstanta waktu (tc) dimana resistansi yang diberikan tetap sebanyak 2000 Ohm. Dimana $TC = R * C$. Perubahan nilai kapasitas yang didapat pada setiap level pengukuran didapatkan trendline terhadap volume yang sebenarnya yang mana mendapatkan persamaan

$10.445 * \log(\text{data}) - 80.582$ untuk dimasukkan pada program arduino.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Kapasitor

Suatu kapasitor mempunyai satuan yaitu Farad (F), yang ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Pada dasarnya kapasitor dibagi menjadi dua yaitu kapasitor polar dan non polar. Kapasitor polar adalah kapasitor yang kedua kutubnya mempunyai polaritas positif dan negatif, biasanya kapasitor polar bahan dielektriknya terbuat dari elektrolit dan biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang besar dibandingkan dengan kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik kertas atau mika atau kramik. Kapasitor Non Polar adalah kapasitor yang pada kutubnya tidak mempunyai polaritas artinya pada kutub-kutubnya dapat dipakai secara terbalik, biasanya kapasitor ini mempunyai nilai kapasitansi yang kecil dan bahan dielektriknya terbuat dari keramik, mika dll.

2.2 Pengertian Transduser

Transduser (Transducer) adalah suatu alat yang dapat mengubah suatu bentuk energi ke bentuk energi lainnya. Bentuk-bentuk energi tersebut diantaranya seperti energi listrik, energi mekanikal, energi elektromagnetik, energi cahaya, energi kimia, energi akustik (bunyi) dan energi panas. Pada umumnya, semua alat yang dapat mengubah atau mengkonversi suatu energi ke energi lainnya dapat disebut sebagai Transduser (Transducer).

2.3. Blok Diagram Tangki Bahan Bakar beserta Instrumen yang digunakan

Kuantitas bahan bakar helikopter diukur dengan menggunakan metode kapasitansi probe didalam tangki bahan bakar. Sinyal dari probe digunakan oleh pengkondisi sinyal bahan bakar untuk menghitung jumlah bahan bakar. Kondensator sinyal memberikan sinyal untuk ditampilkan ke alat instrumentasi yang digunakan oleh pilot untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang tersedia didalam

tangki. Ilustrasi blok diagram instrumentasi pada tangki bahan bakar helikopter ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram instrumen tangki helikopter

Pada Gambar 1 menjelaskan Probe dirancang untuk memberikan sinyal antara 0,5 hingga 5,0 mA ke pengkondisi sinyal. Ketika probe itu kering, sinyalnya 0,5 mA. Ketika probe sepenuhnya tenggelam dalam bahan bakar, sinyalnya 5,0 mA. Sinyal probe yang sebenarnya, ketika direndam dalam bahan bakar, tergantung pada konstanta dielektrik bahan bakar. Kondisioner sinyal bahan bakar membuat perhitungan untuk menyesuaikan konstanta dielektrik yang berbeda.

2.4 Blok Diagram Model Tangki Bahan Bakar Beserta Instrumen yang digunakan

Pada pemodelan tangki bahan bakar beserta instrument yang digunakan ini mendapatkan power suplai menggunakan DC power supply dimana probe kapasitif hanya bekerja jika dilalui signal AC dengan demikian arus DC yang akan ke sensor melalui oscillator ke probe. Keluaran dari probenya tergantung pada bahan bakar yang melalui probe, semakin banyak bahan bakar yang melalui probe maka signal dari oscillator banyak yang dapat lewat. Tegangan keluaran dari probe ini sangat kecil sehingga dibutuhkan amplifier untuk memperbesar tegangan tersebut sebelum dilakukan pemrosesan melalui prosesor untuk dikeluarkan sebagai nilai penunjukan pada display ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Blok Diagram Instrument Model Tangki Yang Digunakan

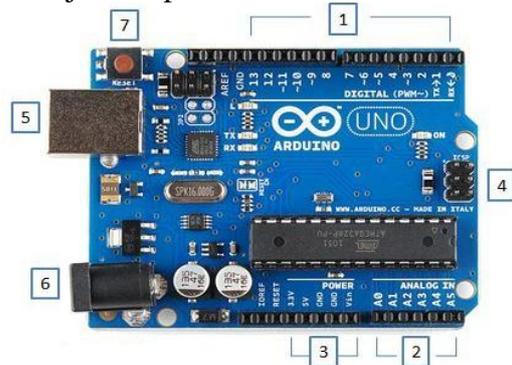
2.5 Definisi Arduino

Arduino merupakan platform prototyping berbasis *open source* elektronik yang mudah digunakan (fleksibel) baik dari

perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunaknya (software). Arduino mempunyai input yang dapat menerima masukan dari berbagai sensor dan outputnya sebagai pengendali seperti lampu, motor dan aktuator lainnya.

Dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah sebuah project open source, terdiri dari mikrokontroler dan rangkaian pendukungnya, dapat diprogram, dan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

Adapun bagian-bagian dari arduino ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Arduino Board

Keterangan :

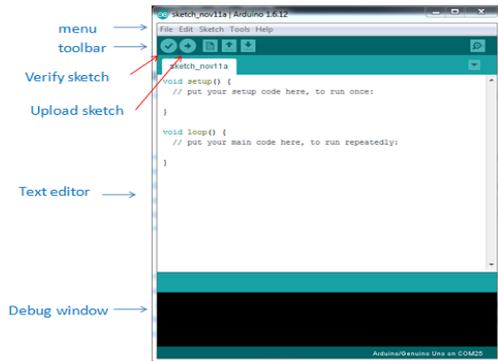
1. Pin analog
2. Pin power (5V, 3,3V, Ground, Vin, VREF/tegangan referensi)
3. Port ICSP
4. Port USB
5. Soket power
6. Tombol reset

Pada Gambar 3 merupakan papan elektronik dengan rangkaian sistem minimum mikrokontroller didalamnya. Mikrokontroller yang digunakan adalah AVR produk dari Intel. Beberapa mikrokontroller yang sering digunakan adalah ATmega168, ATmega328 dan ATmega2560, tergantung dari tipe papan elektronik yang digunakan.

2.6 Software Arduino

Ada dua macam software yang berada dalam lingkup Arduino, yaitu Aplikasi Arduino IDE (Integrated Development Environment) dan sketch dalam bahasa pemrograman C. Aplikasi Arduino IDE adalah aplikasi dari arduino.cc yang digunakan untuk mengelola semua hal yang berhubungan dengan Arduino. Termasuk di dalamnya adalah membuat, menyimpan,

memanggil file program Arduino (disebut juga 'sketch' dengan ekstensi '.ino') dan meng-upload file sketch ke mikrokontroler seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

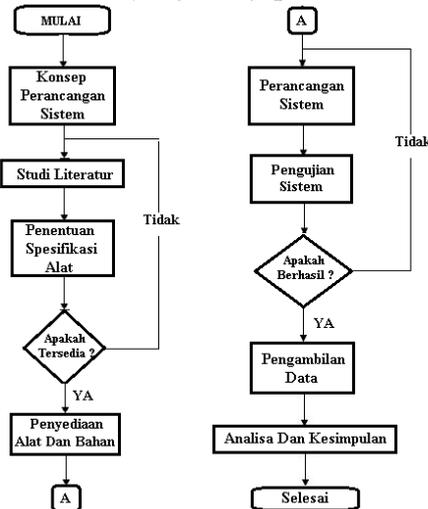


Gambar 4 Bagian-Bagian Arduino IDE

III. METODOLOGI

3.1 Prosedur Penelitian

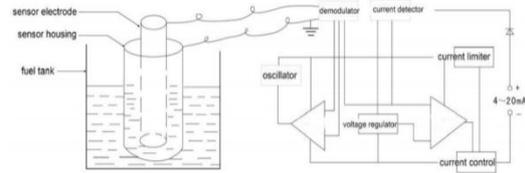
Dalam penelitian ini ada beberapa langkah yang dilakukan penulis, seperti pada flowchart yang tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5 Flowchart Penelitian

3.2 Skematik Diagram

Untuk dapat lebih mudah memahami analisa bahan bakar helikopter yang menggunakan metode kapasitansi ini, maka dirancang skematik diagram yang berfungsi mempermudah pembacaan dan perakitannya ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 skematik diagram Alat Ukur Kapasitif

3.3 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan situs-situs di internet. Output dari studi literatur ini adalah terkoleksinya referensi yang relevan dengan perumusan masalah. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan studi dan juga menjadi dasar untuk menganalisa alat ukur bahan bakar helikopter yang menggunakan metode kapasitansi.

3.4 Pengumpulan Data

Data sekunder yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah

1. Hasil pengukuran bahan bakar pada helikopter
2. Hasil pengukuran pada alat ukur bahan bakar yang dimodelkan
3. Hasil pengkalibrasian data yang diukur
4. Pengukuran pada kapasitor yang sebenarnya untuk pembandingan.

3.5 Rencana Kegiatan

Agar sistem ini berjalan dan di rancang dengan baik maka disusun tabel kerja untuk merealisikannya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rencana kegiatan

No	Uraian kegiatan Perencanaan alat	Periode																	
		September 2018			Oktober 2018			November 2018			Desember 2018			Januari 2019			Februari 2019		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Survei Lapangan																		
	Pengumpulan data dari helikopter	√	√	√															
	Pengadaan alat dan bahan				√														
	Rancangan komponen pemodelan				√	√													
II	Pembuatan Alat Sebagai Pemodelan																		
	Susunan perencanaan						√												
	Pembuatan alat pemodelan							√	√	√									
	Pembuatan program									√	√	√							
	Pengumpulan hasil pengukuran												√	√	√				
	Pengkalibrasian hasil pengukuran																	√	√

3.6 Analisis Data

Pada tahap ini adalah menganalisa hasil simulasi rancangan yang diperoleh, meliputi prinsip kerja, tahapan penelitian, metode yang digunakan pada pengujian alat angkut helikopter berdasarkan sifat mekanik serta manuver alat, sehingga data yang di peroleh kemudian akan di analisa dan dapat diketahui hasil akhir yang ingin didapat.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Pada Tangki Helikopter

Analisa ini dilakukan pada helicopter dengan jenis bell 407 yang ada di PT kalimasada pusaka. Adapun toleransi yang diberikan pada tipe helikopter ini adalah ± 6 ponds seperti yang terdapat pada buku perawatan (Maintenance manual) pesawat tersebut. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 hasil pengukuran pada tangki helikopter

Jumlah Bahan Bakar yang dimasukkan pada tangki (lbs)	Jumlah bahan bakar pada instrument helicopter (lbs)	Sinyal pada kondisioner (VDC)	Sinyal
0	0	0.50	
100	100	0.92	
200	195	1.33	
300	295	1.75	
400	400	2.17	
500	505	2.58	
600	600	3.00	
700	700	3.42	
800	800	3.83	

4.2 Pembuatan dan Analisa Simulasi Alat Ukur Bahan Bakar

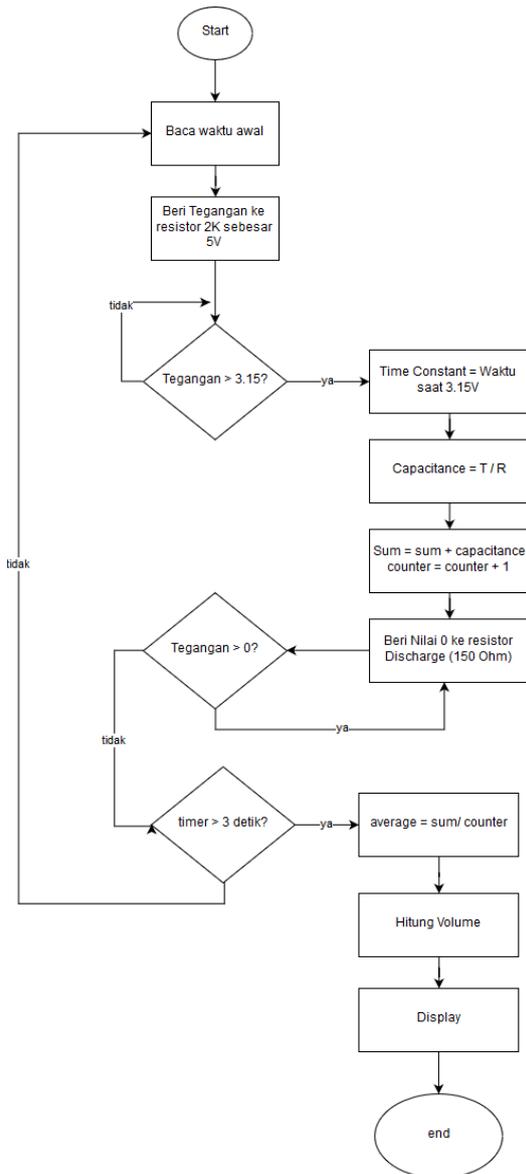
Untuk menganalisa peerubahan volume terhadap perubahan kapasitansi pada instrumen pendeteksi bahan bakar tangki helikopter dibuat sebuah simulasi perangkat keras alat ukur elektronik berdasarkan blok diagram yang telah di rancang terlebih dahulu seperti terlihat pada gambar dibawah. Adapun bahan dielektrikum yang digunakan pada simulasi ini adalah air sebagai pengganti bahan bakar avtur jet A-1 yang digunakan helikopter pada umumnya. Penggunaan air ini tidak akan mempengaruhi perbedaan pada prinsip kerja yang sebenarnya seperti menggunakan avtur, akan tetapi apabila alat ini dilakukan untuk mengukur bahan bakar helikopter yaitu avtur harus dilakukan pengkalibrasian terlebih dahulu karena air dan avtur mempunyai perbedaan nilai konstanta dielektrik. Seperti diketahui nilai konstanta dielektrika air adalah 80 dan avtur jet A/A1 adalah 2.13.

Pada pembuatan alat ini, dapat diketahui bahwa perubahan level ketinggian air terhadap sensor akan mempengaruhi perubahan kapasitansi terhadap konstanta waktu yang diberikan. Dengan menambahkan resistor yang nilainya tetap yaitu sebesar 2000 Ohm, dan diberikan tegangan yang tetap pada resistor sebesar 5V maka akan didapatkan nilai kapasitansi pada sensor seperti pada Gambar 7



Gambar 7 blok diagram kapasitor uji

Untuk memudahkan dalam memahami konsep kerja dari alat ukur volume menggunakan metode kapasitansi ini dapat melihat flowchart yang telah dibuat seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Flowchart keseluruhan sistem

4.3 Pengujian LCD Menggunakan Kapasitor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari LCD apakah bisa menampilkan informasi dari mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan LCD dengan Arduino Uno. Berikut ini adalah program untuk mengaktifkan LCD. Hasil pengujian LCD menggunakan kapasitor terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 hasil pengujian LCD menggunakan kapasitor

10 microfarad			100 microfarad			100 nanfarad	
T (uS)	C (nF)	C (uF)	T (uS)	C (nF)	C (uF)	T (uS)	C (nF)
20504	10253	10,252	196232	98116	98,116	232	116
20504	10252	10,252	195896	97948	97,948	232	116
20393	10196	10,196	197688	98844	98,844	232	116
20392	10196	10,196	196456	98228	98,228	232	116
20504	10252	10,252	197576	98788	98,788	232	116
20392	10196	10,196	196232	98116	98,116	232	116
statistik average 10,224 uF std dev 0,030672463			statistik average 98,34 uF std dev 0,379810479			statistik average 116 nF std dev 0	

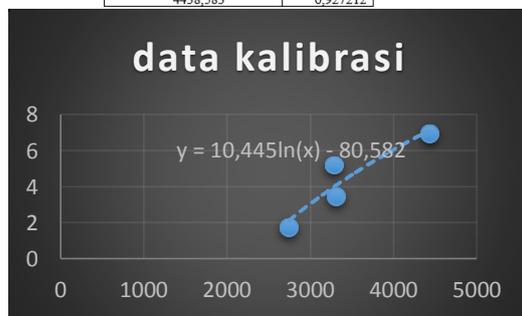
4.4 Analisa dan Kalibrasi Perubahan Kapasitansi Terhadap Perubahan Volume.

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai kapasitansi pada 4 ketinggian air yang berbeda. Dengan perubahan volume yang diisi pada wadah penampung, akan mengakibatkan perubahan nilai kapasitansi yang ada diantara sensor. Nilai rata-rata pada setiap pengukuran kemudian dibuatkan grafik untuk mendapatkan trendline sehingga dapat dimasukkan ke program arduino. Adapun hasil pada saat kalibrasi adalah seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengukuran Kapasitansi

Level (CM)	Pengambilan kapasitansi (nF)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5	2600	2696	2697	2728	2748	2741	2734	2757
10	3258	3280	3300	3334	3232	3281	3303	3318
15	3170	3121	3256	3264	3279	3289	3299	3300
20	4786	4721	4380	4323	4504	4580	4537	4352

Average Capacitance (nF)	Volume (L)
2742,5	1,731803
3313,917	3,463606
3286	5,195409
4438,583	6,927212



4.5. Hasil Pengukuran Alat Pemodelan Setelah di Kalibrasi

Alat ukur diuji saat terendam air pada ketinggian 5 cm, 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Pengujian pada saat alat ukur terendam air pada ketinggian 5 cm, sensor akan bekerja

mengirim data ketinggian air, lalu Arduino Uno memproses data dan menampilkan data melalui LCD dan serial monitor pada program arduino. Hasil pengukuran pada ketinggian 5cm ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengukuran pada ketinggian 5cm

Time Konstanta	Satuan	Nilai Kapasitas	Satuan	Volume	Satuan
5720	uS	2860	nanoFarads	1,65	liter
6064	uS	3032	nanoFarads	1,78	liter
5952	uS	2976	nanoFarads	1,68	liter
6056	uS	3028	nanoFarads	1,74	liter
6056	uS	3028	nanoFarads	1,75	liter
5832	uS	2916	nanoFarads	1,69	liter
6056	uS	3028	nanoFarads	1,73	liter
5944	uS	2972	nanoFarads	1,81	liter
5720	uS	2860	nanoFarads	1,71	liter
5832	uS	2916	nanoFarads	1,77	liter
5496	uS	2748	nanoFarads	1,76	liter
6280	uS	3140	nanoFarads	1,72	liter
5832	uS	2916	nanoFarads	1,65	liter
5832	uS	2916	nanoFarads	1,66	liter

Dari Tabel 5 terdapat pengukuran statistik :

average capacitance 2881,357143
 average Time Constant 5905,142857
 Volume average 1,721428571
 max vol 1,81
 min vol 1,65
 standar deviasi 0,050513843

Pengujian pada saat alat ukur terendam air pada ketinggian 10 cm, dengan bertambahnya volume dari air pada wadah penampung hingga 10 cm, akan mengakibatkan perubahan kapasitas pada tabung tersebut. Sensor akan bekerja mengirim data ketinggian air, lalu Arduino Uno memproses data dan menampilkan data melalui LCD dan serial monitor pada program arduino terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6 Pengukuran pada ketinggian 10cm

Time Konstanta	Satuan	Nilai Kapasitas	Satuan	Volume	Satuan
5944	uS	2972	nanoFarads	3,48	liter
5384	uS	2692	nanoFarads	3,44	liter
5832	uS	2916	nanoFarads	3,33	liter
5720	uS	2860	nanoFarads	3,39	liter
5608	uS	2804	nanoFarads	3,53	liter
5720	uS	2860	nanoFarads	3,55	liter
5720	uS	2860	nanoFarads	3,42	liter
6280	uS	3140	nanoFarads	3,44	liter
6616	uS	3308	nanoFarads	3,45	liter
5944	uS	2972	nanoFarads	3,46	liter
5944	uS	2972	nanoFarads	3,32	liter
5608	uS	2804	nanoFarads	3,35	liter
6392	uS	3196	nanoFarads	3,41	liter
5944	uS	2972	nanoFarads	3,55	liter

Dari Tabel 6 terdapat pengukuran statistik :

average capacitance 3276,857143
 average Time Constant 5952
 Volume average 3,442142857
 max vol 3,55
 min vol 3,32
 standar deviasi 0,070730101

Pengujian pada saat alat ukur terendam air pada ketinggian 15 cm, dengan bertambahnya volume dari air pada wadah penampung hingga 15 cm, akan mengakibatkan perubahan kapasitas pada tabung tersebut. Sensor akan bekerja mengirim data ketinggian air, lalu Arduino Uno memproses data dan menampilkan data melalui LCD dan serial monitor pada program arduino terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengukuran pada ketinggian 15 cm

Time Konstanta	Satuan	Nilai Kapasitas	Satuan	Volume	Satuan
8744	uS	4372	nanoFarads	7,11	liter
8408	uS	4204	nanoFarads	6,99	liter
7848	uS	3924	nanoFarads	6,87	liter
8184	uS	4092	nanoFarads	6,86	liter
8184	uS	4092	nanoFarads	7,15	liter
8520	uS	4260	nanoFarads	7,55	liter
8632	uS	4316	nanoFarads	7,13	liter
8184	uS	4092	nanoFarads	6,83	liter
8520	uS	4260	nanoFarads	6,88	liter
8072	uS	4035	nanoFarads	6,53	liter
8744	uS	4372	nanoFarads	6,99	liter
7736	uS	3868	nanoFarads	7,02	liter
7736	uS	3868	nanoFarads	7,12	liter
8192	uS	4096	nanoFarads	7,15	liter

Dari Tabel 7 terdapat pengukuran statistik :

average capacitance 3729,923077
 average Time Constant 6056,923077
 Volume average 5,123076923
 max vol 5,31
 min vol 4,95
 standar deviasi 0,110104845

Pengujian pada saat alat ukur terendam air pada ketinggian 20 cm, dengan bertambahnya volume dari air pada wadah penampung hingga 20 cm, akan mengakibatkan perubahan kapasitas pada tabung tersebut. Sensor akan bekerja mengirim data ketinggian air, lalu Arduino Uno memproses data dan menampilkan data melalui LCD dan serial monitor pada program arduino terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8 pengukuran pada ketinggian 20 cm

Time Konstanta	Satuan	Nilai Kapasitas	Satuan	Volume	Satuan
8744	uS	4372	nanoFarads	7,11	liter
8408	uS	4204	nanoFarads	6,99	liter
7848	uS	3924	nanoFarads	6,87	liter
8184	uS	4092	nanoFarads	6,86	liter
8184	uS	4092	nanoFarads	7,15	liter
8520	uS	4260	nanoFarads	7,55	liter
8632	uS	4316	nanoFarads	7,13	liter
8184	uS	4092	nanoFarads	6,83	liter
8520	uS	4260	nanoFarads	6,88	liter
8072	uS	4035	nanoFarads	6,53	liter
8744	uS	4372	nanoFarads	6,99	liter
7736	uS	3868	nanoFarads	7,02	liter
7736	uS	3868	nanoFarads	7,12	liter
8192	uS	4096	nanoFarads	7,15	liter

Dari Tabel 8 terdapat pengukuran statistik :

average capacitance 4334,785714
 average Time Constant 8264,571429
 Volume average 7,012857143
 max vol 7,55
 min vol 6,53
 standar deviasi 0,028284

Perbandingan Antara Volume Sebenarnya dengan Volume Alat Ukur ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Error

Rata-Rata Volume Alat Ukur (L)	Volume Sebenarnya (L)	Perbedaan (L)
1,72	1,73	0.01
3,44	3,46	0.002
5,12	5,19	0.007
7,01	6,92	-0.09

Data yang didapat setelah dikalibrasi ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Data yang didapat setelah dikalibrasi

Average Kapasitansi (nF)	Average Volume (L)
2881,357	1,72
3276,857	3,44
3729,768	5,12
4334,768	7,01

Grafik hasil kalibrasi ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Hasil Kalibrasi

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa alat ukur bahan bakar helikopter hingga analisa pada model alat ukur yang dibuat dan pembahasan sistem maka dapat ditarik kesimpulan, antara lain :

1. Proses pengisian pada kapasitor terjadi ketika kapasitor diisi atau dilewati arus yang menyebabkan timbulnya muatan atau beda potensial antar pelat kapasitor. Dimana semakin terisi kapasitor oleh muatan maka waktu yang dibutuhkan untuk mengisi muatan hingga mencapai penuh semakin lama, sehingga menyebabkan bentuk grafik pengisian berupa grafik eksponensial. Begitu juga pada proses pengosongan yaitu ketika muatan telah terisi penuh kemudian sumber tegangan diputus maka akan terjadi proses pengosongan, dimana semakin sedikit isi kapasitor oleh hilangnya muatan maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keadaan muatan nol semakin lama, sehingga menyebabkan bentuk grafik pengisian berupa grafik eksponensial.
2. Apabila tangki terisi penuh, maka probe akan mempunyai kapasitansi yang jauh lebih besar daripada waktu tangki dalam keadaan kosong. Pada saat setiap terjadi perubahan isi tangki antara penuh dan kosong akan memberikan perubahan kapasitansi yang beraturan.
3. Pada tangki helikopter dilakukan pengkalibrasian dengan mengosongkan dan mengisi tangki hingga penuh. Pada saat tangki kosong kemudian empty

adjustment potentiometer digerakkan hingga indikator menunjuk pada posisi kosong. Dan pada saat tangki diisi penuh, kemudian full adjustment potentiometer digerakkan hingga indikator menunjuk pada posisi penuh.

4. Pada pemodelan alat ukur yang dibuat, kalibrasi dilakukan dengan menggunakan grafik dan membuat trendline.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alegado, Joe Harvey. 1999 *Electronics for beginner*. Sanciango: Rex book store.
- [2] Arisandi, M., Darmanto, dan Priangkoso. 2012. *Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Pelumas dan Konsumsi Bahan Bakar*
- [3] Simanjuntak, Tatar. 2002. *Pengukuran Nilai Sifat Dielektrik Lada (Piper Nigrum L.) dan Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC.) pada Kisaran Frekuensi Radio*. IPB. Bogor.
- [4] Nuzula, Firdausi, Chomsin S. Widodo, dan Sucipto. 2014. *Studi Pengaruh Campuran Lemak Babi terhadap Kapasitansi dan Konstanta Dielektrik Lemak Sapi dengan Metode dielektrik*. Vol. 2 No.1 Universitas Brawijaya, Malang
- [5] Bakri, Abdul Haris, dkk. 2008 *Dasar-Dasar Elektronika*. Makasar. UNM
- [6] Anderson, B. I., Barber, T., and Luling, M. 2006. *Observations of large dielectric effects on induction logs, or, can source rocks be detected with induction measurements SPWLA 47th. Annual Logging Symposium*.
- [7] Beck, M.S., Byars, M., Dyakowski, T. *Principles And Industrial Applications Of Electrical Capacitance Tomography*. 1997.
- [8] Apritos, 2017, <https://www.apritos.com/5085/fuel-quantity-indicating-system-pada-instrument-pesawat-udara/>
- [9] Serway, R.A, & Jewett, J. W (2004). *Capacitance and dielectrics. In physics for scientists and engineers*. Scotland: Thomson