

**RANCANG BANGUN AIRSPEED INDIKATOR PADA WIND  
TUNNEL MENGGUNAKAN SENSOR TEKANAN UDARA**



**LAPORAN AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan  
Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

**Oleh:**

**BRENDA MEIRIANI WINATA**

**061630321450**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN AIRSPEED INDIKATOR PADA WIND  
TUNNEL MENGGUNAKAN SENSOR TEKANAN UDARA**



**LAPORAN AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh:

**BRENDA MEIRIANI WINATA**

**0616303214550**

**Palembang, Juli 2019**

Menyetujui,

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom**  
**NIP.197612132000032001**

**Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom**  
**NIP.197409022005011003**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan**  
**Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi**  
**Teknik Elektronika**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.**  
**NIP.196705111992031003**

**Amperawan, S.T., M.T.**  
**NIP.196705231993031002**

## MOTTO

- ALLAH FIRST
- LOVE YOUR PARENTS MORE THAN YOU LOVE YOURSELF
- EVERYDAY YOU WAKE UP AND HAVE A CHANCE TO DO WHATEVER YOU WANT, TO BE WHOEVER YOU WANT. THE ONLY ONE THING STOPPING YOU IS YOU.

Kupersembahkan kepada :

- ALLAH SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya.
- Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW.
- Kedua orangtua ku, Ibu Juaini dan Bapak Andi Winata yang sangat saya cintai dan yang selalu mendukung saya.
- Saudara- saudara ku tercinta.  
Anita Oktariani Winata dan Ciko Ramadhani Pratama.
- Sahabat-sahabat saya. ☺
- Dosen pembimbing LA Ibu Dewi Permata Sari,S.T.,M.Kom dan Bapak Sabilal Rasyad,S.T.,M.Kom yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam menyelesaikan laporan akhir ini, serta keluarga besar dosen jurusan elektro.
- Saudari Dewi Zelika Mispuani yang telah menghabiskan waktu selalu bersama saya untuk berkontribusi dalam penyelesaian LA ini.
- Semua teman seperjuangan ku selama menempuh pendidikan di POLSRI.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kita ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunianya kami dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan baik. Dalam laporan ini Penulis mengambil judul laporan akhir mengenai “RANCANG BANGUN AIRSPEED INDIKATOR PADA WIND TUNNEL MENGGUNAKAN SENSOR TEKANAN UDARA”. Laporan akhir ini disusun berdasarkan hasil perolehan data dari suatu alat atau system yang dibuat.

Dalam penyusunan laporan akhir ini penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan , bimbingan dan motivasi sehingga laporan akhir ini dapat diselesaikan:

1. Kepada Orang tua Penulis, Ibu Juaini, dan Bapak Andi Winata.
2. Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom selaku Pembimbing 1 Laporan Akhir Teknik Elektronika Politenik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom selaku Pembimbing 2 Laporan Akhir Teknik Elektronika Politenik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Bapak Herman Yani, S.T, M.eng selaku Seketaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
7. Bapak Amperawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Seluruh rekan – rekan mahasiswa kelas 6EE Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Sriwijaya.

Palembang, Juli 2019

Penulis

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN AIRSPEED INDIKATOR PADA WIND TUNNEL MENGUNAKAN SENSOR TEKANAN UDARA**

**Oleh:**

**Brenda Meiriani Winata**

**0616 3032 1450**

Penelitian tentang airspeed merupakan sebuah pengembangan teknologi dalam dunia aviasi. Hasil dari berbagai eksperimen telah banyak digunakan untuk membuat airspeed indikator sesuai dengan penggunaannya. Airspeed indikator adalah sebuah flight instrument yang digunakan untuk melihat kecepatan udara pada pesawat, airspeed indikator digunakan untuk menentukan kapan kondisi pesawat harus mengoperasikan flap, cruise, dan sebagai tanda peringatan batas airspeed yaitu Never Exceed Speed (VNE).

Pembuatan alat airspeed indikator memerlukan wind tunnel sebagai alat simulasi penghasil angin buatan untuk meletakkan alat pitot tube pada bagian test section dari wind tunnel. Sehingga pitot tube dapat menjadi media inputan tekanan udara yang terhubung juga ke sensor MPXV7002dp. Sensor MPXV7002dp akan membaca data tekanan udara dan akan mengonversinya menjadi tegangan. Data tegangan akan menjadi inputan ke mikrokontroler dan akan dikonversi menjadi data airspeed yang kemudian tertampil pada LCD.

Dari percobaan yang telah dilakukan, menunjukkan hasil bahwa perubahan signifikan dalam temperatur dapat membuat pengukuran sensor terhadap airspeed akan mudah terjadi kesalahan karena pengaruh perubahan temperatur terhadap perubahan tekanan yang terukur pada sensor MPXV7002dp. Dan data airspeed dari alat simulasi airspeed indikator yang dibuat memiliki perbedaan diantara pengukuran dan perhitungan airspeed rata-rata sebesar 0,03%.

**Kata kunci :** *Airspeed Indicator, Pitot Tube, Wind Tunnel, Mikrokontroler,*

*Sensor MPXV7002dp*

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND CONSTRUCTION OF AIRSPEED INDICATOR ON WIND TUNNEL USING AIR PRESSURE SENSOR**

**By:**

**Brenda Meiriani Winata**

**0616 3032 1450**

*Research on airspeed is a technological development in the world of aviation. The results of various experiments have been widely used to make airspeed indicators according to their use. Airspeed indicator is a flight instrument used to see the airspeed on an airplane, an airspeed indicator is used to determine when the condition of the aircraft must operate flap, cruise, and as a warning sign of the airspeed limit, namely Never Exceed Speed (VNE).*

*Making an airspeed indicator requires a wind tunnel as an artificial wind generator simulation tool to place the pitot tube on the test section of the wind tunnel. So that the pitot tube can be an air pressure input media that is also connected to the MPXV7002dp sensor. The MPXV7002dp sensor will read the air pressure data and will convert it to voltage. The voltage data will be input to the microcontroller and will be converted into airspeed data which is then displayed on the LCD.*

*From the experiments that have been done, the results show that a significant change in temperature can make sensor measurements of airspeed errors occur easily because of the effect of temperature changes on pressure changes measured on the MPXV7002dp sensor. And the airspeed data from the indicator airspeed simulation tool made has a difference between the measurements and calculations of the average airspeed of 0.03%.*

**Key Words : Airspeed Indicator, Pitot Tube, Wind Tunnel, Microcontroller,  
MPXV7002dp Sensor**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat .....	3
1.2.1 Tujuan.....	3
1.2.2 Manfaat.....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Atmosfer.....	6
2.1.1 Karakteristik Atmosfer.....	6
2.1.2 International Standard Atmosphere (ISA).....	7
2.1.3 Tekanan Atmosfer Bumi di Berbagai Ketinggian.....	8
2.2 Teori Dasar Aerodinamika .....	9
2.2.1 Persamaan Kontinuitas .....	9
2.2.2 Persamaan Bernoulli .....	9
2.3 Tabung Pitot .....	10
2.4 Instrumen Pitot Statik.....	11
2.4.1 Sistem Pitot Statik .....	11
2.4.2 <i>Airspeed</i> Indikator / Indikator Kecepatan Udara.....	13
2.4.3 Kegagalan Sistem Pitot-statis .....	20
2.4.4 Pemeliharaan dan pengetestan Sistem Pitot-Statik.....	21
2.5 Kecepatan udara dengan Sensor MPXV7002dp .....	22
2.6 Sensor Tekanan Udara .....	26
2.6.1 Sensor MPXV7002dp .....	27
2.7 Mikrokontroler .....	30

	Halaman
2.7.1 Spesifikasi Mikrokontroler.....	31
2.7.1.1 Daya.....	32
2.7.1.2 Memori.....	33
2.7.1.3 Input dan Output.....	33
2.7.1.4 Komunikasi.....	34
2.8 LCD (Liquid Crystal Display).....	34
2.9 LED (Light Emitting Diode).....	36
2.9.1 Cara Kerja LED (Light Emitting Diode).....	37
2.10 <i>Buzzer</i> .....	37
2.11 <i>Wind Tunnel</i> .....	38
<b>BAB III PERANCANGAN ALAT.....</b>	<b>40</b>
3.1 Blok Diagram Sistem Kerja <i>Airspeed</i> Indikator pada <i>Wind Tunnel</i> .....	40
3.2 <i>Flowchart</i> <i>Airspeed</i> Indikator pada <i>Wind Tunnel</i> .....	41
3.3 Tahap Perancangan.....	42
3.4 Perancangan Elektronik Rangkaian <i>Airspeed</i> Indikator Berbasis Mikrokontroler.....	42
3.4.1 Input.....	43
3.4.1.1 Perancangan <i>Power Supply</i> .....	43
3.4.1.2 Perancangan Sensor MPXV7002DP pada Alat.....	43
3.4.2 Output.....	44
3.4.2.1 Perancangan LED pada Alat.....	44
3.4.2.2 Perancangan <i>Buzzer</i> pada Alat.....	45
3.4.2.3 Perancangan LCD pada Alat.....	45
3.5 <i>Perancangan Mekanik Rancang Bangun Alat</i> .....	47
3.5.1 Perancangan Pitot Tube.....	47
3.5.2 Perancangan <i>Wind Tunnel</i> .....	48
3.5.2.1 Test Section.....	49
3.5.2.2 Bagian Air Intake.....	50
3.6 Cara Kerja Alat.....	51
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>52</b>
4.1 Tujuan Pengambilan Data.....	52
4.2 Metode Pengukuran dan Pengambilan Data.....	52
4.3 Peralatan dan Pengukuran.....	52
4.4 Titik Pengukuran Alat.....	53
4.5 Pengambilan Data.....	53
4.5.1 Langkah pengambilan data tegangan yang terukur pada output sensor.....	53
4.5.2 Langkah pengambilan data ADC yang terukur (tertampil pada LCD) dan terhitung.....	53
4.5.3 Langkah pengambilan data <i>Airspeed</i> yang terukur (tertampil pada LCD) dan terhitung.....	54
4.5.3 Langkah pengambilan data perhitungan $\Delta$ Pressure.....	56
4.6 Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan.....	57
4.7 Analisa Data.....	60



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	Halaman
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tekanan Atmosfer Bumi di Berbagai Ketinggian.....	8
Gambar 2.2 Steam tube pada konversi massa.....	9
Gambar 2.3 Hukum Bernoulli.....	10
Gambar 2.4 Sketsa Tabung Pitot.....	10
Gambar 2.5 Sistem Pitot Statik.....	11
Gambar 2.6 Lokasi Pitot Statik.....	13
Gambar 2.7 <i>Airspeed</i> Indikator.....	14
Gambar 2.8 Grafik Koreksi <i>Airspeed</i> Indikator.....	15
Gambar 2.9.a Tampilan indikasi kecepatan udara yang benar.....	16
Gambar 2.9.b Tampilan pada cockpit.....	16
Gambar 2.10.a Wind speed = airspeed-ground speed.....	16
Gambar 2.10.b Efek dari Tailwind pada Ground speed.....	16
Gambar 2.10.c Efek dari headwind pada Ground speed.....	16
Gambar 2.11 Tampilan Mach number pada Indikator.....	17
Gambar 2.12.a Standar perbandingan Altitude, Temperatur, dan Kecepatan suara.....	18
Gambar 2.12.b Standar airspeed indikator dikalibrasi dalam knots.....	18
Gambar 2.13 Penjelasan tanda pada indikator kecepatan udara.....	20
Gambar 2.14 Unit uji sistem analog pitot-statis (kiri) dan unit uji statis pitot digital (kanan).....	22
Gambar 2.15 Resolusi pengukuran kecepatan udara menggunakan sensor MPXV7002DP dan mikrokontroler ATmega328.....	23
Gambar 2.16.a Tabung pitot (di sebelah kiri) terpasang pada sensor tekanan diferensial MPX7002DP. Tabung pitot (di sebelah kanan) melekat pada manometer tekanan diferensial yang digunakan sebagai referensi.....	25
Gambar 2.16.b Tekanan diferensial manometer berdasarkan mekanisme fluida yang memiliki tanda kecepatan udara.....	25
Gambar 2.17.a Kurva kalibrasi pengukuran kecepatan udara menggunakan sensor MPXV7002DP dan mikrokontroler ATmega328.....	25
Gambar 2.17.b Interval <i>confidence</i> pada <i>mean</i> berdasarkan kepercayaan 95% interval <i>confidence</i> , menggunakan distribusi <i>t-Student</i> .....	25
Gambar 2.18 Skema Sensor Tekanan Terintegrasi Penuh.....	27
Gambar 2.19 Diagram Cross-Sectional SOP.....	28
Gambar 2.20 Perbandingan tegangan output dan diferensial pressure.....	28
Gambar 2.21.a Bentuk Arduino Uno.....	31
Gambar 2.21.b Simbol Arduino Uno.....	31
Gambar 2.22 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 i2c.....	35
Gambar 2.23.a Bentuk LED (Light Emitting Diode).....	37
Gambar 2.23.b Simbol LED (Light Emitting Diode).....	37
Gambar 2.24.a Bentuk <i>Buzzer</i> .....	37
Gambar 2.25 <i>Close jet type Wind Tunnel</i> .....	39
Gambar 2.26 <i>Open jet type Wind Tunnel</i> .....	39

Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Kerja <i>Airspeed</i> Indikator pada <i>Wind Tunnel</i> .	40
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> <i>Airspeed</i> Indikator pada <i>Wind Tunnel</i> .....	41
Gambar 3.3 Perancangan Sensor MPXV7002DP pada Alat .....	44
Gambar 3.4 Perancangan LED pada Alat .....	44
Gambar 3.5 Perancangan Buzzer pada Alat.....	45
Gambar 3.6 Perancangan LCD pada Alat .....	45
Gambar 3.7 Skematik Rangkaian <i>Airspeed</i> Indikator Berbasis Mikrokontroler ..	46
Gambar 3.8 Dimensi ukuran <i>Pitot Tube</i> .....	47
Gambar 3.9 <i>Wind Tunnel</i> .....	48
Gambar 3.10 Test Section .....	50
Gambar 3.11 Bagian Air Intake .....	50
Gambar 4.1 Grafik perbandingan hasil data pengukuran dengan Voltase.....	59
Gambar 4.2 Grafik perbandingan hasil data perhitungan dengan Voltase.....	59

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Sea Level Condition ISA .....	7
Tabel 2. 2 Kategori Efek Penyumbatan <i>Pitot Tube</i> .....	20
Tabel 2. 3 Konversi tekanan dan tegangan MPXV7002DP.....	29
Tabel 2. 4 Spesifikasi LCD 16x2 .....	35
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan .....	57
Tabel 4. 2 Data Indikasi pada Airspeed Indikator.....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Surat Rekomendasi
  - Lembar Bimbingan LA Pembimbing I
  - Lembar Bimbingan LA Pembimbing II
  - Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing I
  - Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing II
  - Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir (LA)
- Lampiran B. Gambar Airspeed Indikator, Pitot Tube, dan Wind Tunnel
- Lampiran C. Gambar pengambilan data pengukuran
- Lampiran D. *Data Sheet* Sensor MPXV7002dp
- Lampiran E. *Data Sheet Arduino*
- Lampiran F. Daftar Program Airspeed Indikator pada Arduino