

Proses Modifikasi Alat Anemometer Pada Alat Peraga *Mini Wind Tunnel*

Melinda Azzahra, Amat Chaeroni, Imron Rosadi, Evi Endarti

Prodi Teknik Aeronautika, Fakultas Teknik Kedirgantaraan, Universitas Dirgantara
Marsekal Suryadarma, Jl. Halim Perdanakusuma, Halim Perdanakusuma, Kec.
Makassar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukita Jakarta 13610, Indonesia
Corresponding Author : achaeroni@unsurya.ac.id

Seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan yang cukup pesat, termasuk pada bidang aerodinamika dibutuhkan alat yang dapat menguji bentuk aerodinamis dari suatu rancangan yang telah didesain disebut terowongan angin (*wind tunnel*). *Wind tunnel* merupakan alat uji yang digunakan untuk mensimulasikan keadaan kondisi *airfoil* pada saat berinteraksi dengan aliran udara. *Airfoil* adalah bentuk dari suatu sayap pesawat dua dimensi yang dapat menghasilkan gaya angkat (*lift*) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran udara. Benda uji *airfoil* dapat terangkat oleh kecepatan angin dari putaran propeller pada alat peraga *wind tunnel*. Sehingga dibutuhkan alat untuk mengukur kecepatan aliran udara yaitu Anemometer. Dibuatnya tugas akhir ini, untuk mengetahui proses modifikasi alat anemometer yang lebih praktis dari sebelumnya sesuai dengan alat peraga *wind tunnel* dan untuk mengetahui hasil pengukuran kecepatan aliran udara pada saat *airfoil* terangkat. Proses pengujian ini menggunakan metode sensor *windmill* sebagai pengambilan data dengan posisi sensor *windmill* ditempatkan di daerah ke-II dengan jarak 10 cm dari *honeycomb* ke sensor *windmill* dan jarak 17 cm dari sensor *windmill* ke *leading edge airfoil* dan sensor *hold* untuk mengetahui pada saat *airfoil* terangkat pertamakalinya. Pengujian Dari hasil pengujian diperoleh hasil pengukuran pada masing-masing *airfoil*, pada *airfoil* NACA 4412 memperoleh kecepatan aliran udara dari pengujian pertama 9,0 m/s, pengujian kedua 9,7 m/s, pengujian ketiga 9,9 m/s, pengujian keempat 10,2 m/s dan pengujian kelima 11,0 m/s. Pada *airfoil* NACA 2412 memperoleh kecepatan aliran udara dari pengujian pertama 10,7 m/s, pengujian kedua 11,12 m/s, pengujian ketiga 11,8 m/s, pengujian keempat 11,4 m/s, dan pengujian kelima 11,8 m/s. Maka *airfoil* NACA 2412 lebih cepat terangkat dibandingkan *airfoil* NACA 4412 dengan melihat nilai rata-rata dalam lima pengujian dari *airfoil* NACA 4412 memperoleh hasil pengukuran 9,96 m/s dan *airfoil* NACA 2412 memperoleh hasil pengukuran 11,38 m/s.

Kata Kunci : *angin, airfoil, anemometer, wind tunnel, honeycomb, windmill dan NACA*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan yang cukup pesat, termasuk pada bidang aerodinamika dibutuhkan alat yang dapat menguji bentuk aerodinamis dari suatu

rancangan yang telah didesain disebut terowongan angin (*wind tunnel*).

Wind Tunnel itu sendiri merupakan suatu alat uji yang berfungsi untuk mensimulasikan keadaan yang sebenarnya pada benda uji ketika berinteraksi dengan aliran udara. Dalam

dunia penerbangan, penggunaan *wind tunnel* sebagai media pengujian bertujuan untuk menganalisa bagaimana udara bisa mengangkat sebuah pesawat yang lebih berat dari udara itu sendiri. Dalam pengujian menggunakan *wind tunnel* ini, digunakan benda uji potongan sayap pesawat yang berbentuk *airfoil*. *Airfoil* adalah bentuk dari suatu sayap pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat (lift) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran udara.

Angin adalah udara yang bergerak akibat rotasi bumi dan perbedaan tekanan udara sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan rendah. Ada 3 hal yang penting menyangkut sifat angin yaitu : kekuatan angin, arah angin, dan kecepatan angin. *Airfoil* sangat berpengaruh pergerakannya karena kecepatan angin. Adanya perbedaan tekanan antara bagian atas dan bawah *airfoil* membuat *airfoil* didorong ke atas.

Pada alat peraga *wind tunnel* sebelumnya mengukur kecepatan aliran udara menggunakan metode manual. Sehingga pada tugas akhir ini, bertujuan untuk mengetahui kecepatan aliran udara secara praktis dengan cara memodifikasi alat anemometer dengan menggunakan metode sensor *windmill* sebagai pengambil data angin dan sensor *hold* sebagai sensor untuk menahan hasil pengukuran pada saat *airfoil* terangkat pertama kalinya yang akan dipasang sesuai dengan alat peraga *wind tunnel*.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara untuk memodifikasi alat *anemometer*

yang akan dipasang pada alat peraga *wind tunnel*?

2. Bagaimana cara pemasangan alat anemometer yang sudah dimodifikasi pada alat peraga *wind tunnel*?
3. Bagaimana cara untuk mengukur kecepatan aliran udara pada saat *airfoil* terangkat dengan alat yang telah dibuat?

1.3 Batas Masalah

Untuk menjaga ruang lingkup tugas akhir ini lebih terarah dan masalah yang dibahas tidak meluas, maka batasan tugas akhir ini adalah cara memodifikasi alat *anemometer*, pemasangan alat anemometer yang telah dimodifikasi dan mengetahui hasil pengukuran kecepatan aliran udara pada saat *airfoil* terangkat pada alat peraga *wind tunnel*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui cara pembuatan alat anemometer pada alat peraga *wind tunnel*.
2. Mengetahui cara pemasangan alat anemometer yang sudah dimodifikasi pada alat peraga *wind tunnel*.
3. Mengetahui cara untuk mengukur kecepatan aliran udara pada saat *airfoil* terangkat dengan alat yang telah dibuat

2. LANDASAN TEORI

2.1 Angin

Angin adalah udara yang bergerak akibat rotasi bumi dan perbedaan tekanan udara sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan rendah. Ada 3 hal yang penting menyangkut sifat angin yaitu : kekuatan angin, arah angin, dan kecepatan angin ^[5].

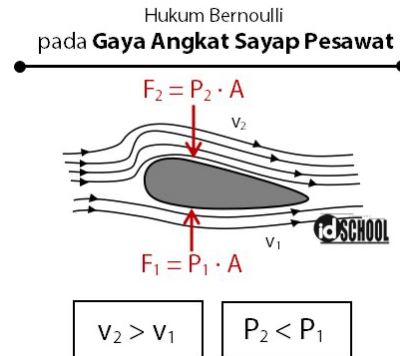
Kecepatan angin adalah adalah jarak tempuh angin atau pergerakan udara persatuan waktu dan dinyatakan dalam satuan meter per detik (m/s), kilometer per jam (km/h), dan mil per jam (mi/h). Kecepatan angin bervariasi dengan ketinggian dari permukaan tanah, sehingga dikenal adanya profile angin, dimana makin tinggi gerakan angin makin cepat [5].

2.2 Airfoil

Airfoil adalah bentuk dari suatu sayap pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat (lift) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran udara. Airfoil merupakan bentuk dari potongan melintang sayap yang dihasilkan oleh perpotongan tegak lurus sayap terhadap pesawat, dengan kata lain airfoil merupakan bentuk sayap secara dua dimensi [6].

Dalam prinsip Bernoulli, peningkatan kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Prinsip tersebut diterapkan pada bentuk sayap pesawat sehingga dapat menghasilkan tekanan di atas sayap pesawat lebih kecil dari tekanan di bagian bawah. Perbedaan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap pesawat inilah yang menghasilkan gaya angkat. Bentuk sayap pesawat pada bagian depan dirancang melengkung ke atas agar udara dari bawah mengalir berdesakan di bagian atas. Akibatnya, laju udara di bagian atas sayap pesawat menjadi meningkat. Sesuai hukum Bernoulli, laju udara yang meningkat akan membuat tekanan udara menjadi kecil. Sedangkan pada bagian bawah sayap pesawat, kelajuan udara lebih rendah karena udara tidak berdesakan dan tekanan udaranya lebih besar. Adanya perbedaan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap pesawat membuat sayap pesawat

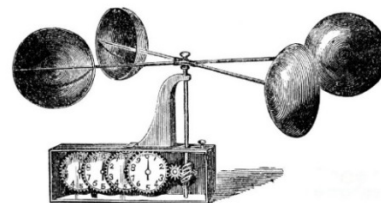
didorong ke atas. Gaya angkat sayap pesawat selanjutnya akan mengangkat badan pesawat sehingga pesawat dapat terbang [8].



Gambar 2. 1 Hukum Bernoulli pada gaya angkat^[8]

2.3 Anemometer

Kata anemometer berasal dari bahasa Yunani yaitu *anemos* yang berarti angin dan *metritis* yang berarti pengukuran. Anemometer ini diperkenalkan pertama kali oleh Leon Battista Alberti dari Italia pada tahun 1450. Saat itu anemometer yang dibuat oleh Alberti berupa piringan yang terdapat tulisan arah 6 mata angin sebagai tanda dari mana angin tersebut berhembus. Sedangkan arah dari piringan menandakan kecepatan angin [1].



Gambar 2. 2 Anemometer Robinsons
Dr. Jhon Thomas Romney Robinson
Anemometer Tahun 1846^[1]

Sekitar tahun 1664, seorang ilmuwan dari Inggris yang bernama Robert Hooke menciptakan alat serupa namun dengan melakukan perubahan sehingga menciptakan anemometer terbaru. Di tahun 1708, seorang filsuf dari

Jerman Christian Wolff atau lebih dikenal dengan nama Wolfius melakukan perubahan kembali anemometer yang sudah ada sehingga dapat mengukur kecepatan angin yang kencang. Anemometer terus mengalami perubahan, hingga pada tahun 1846 seorang penemu dari Irlandia, Dr. John Thomas Romney Robinson dari Armagh Observatory menemukan sebuah *cup* setengah bola yang dipasang pada anemometer yang kita kenal hingga saat ini. Desain yang lebih sederhana serta cukup akurat saat dibaca menjadi kelebihan dari anemometer ini. Abad ke 20 atau pada tahun 1935, anemometer yang dirancang M. J. Brevoort dan U.T. Joyner menjadi lebih akurat saat mencatat kecepatan angin yang berhembus serta mengurangi presentase eror yang terjadi ^[1].

Pada masa sekarang anemometer juga digunakan pada bidang *Geofisika* atau stasiun perkiraan cuaca. Oleh karena itu Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) biasa memakai alat ini untuk mengukur kecepatan angin dan mengetahui perkiraan cuaca pada suatu wilayah di Indonesia. (Astuti, 2015) ^[1].

2.3.1 Jenis-jenis Anemometer

Berikut ini adalah berbagai jenis alat pengukur kecepatan angin yang sering digunakan :

1. Cup

Alat ini memiliki baling-baling berbentuk setengah lingkaran yang menyerupai mangkuk atau cangkir kecil. Alat ini memiliki 3 cangkir yang terpasang pada bilah alat dan dapat diputar. Aliran udara bertiup lebih dari tiga cangkir. Kemudian cangkir akan berputar ke arah angin ^[2].



Gambar 2. 3 Cup Anemometer ^[3]

2. Windmill

Bentuk alat ini sangat mirip dengan baling-baling atau kincir angin. Bilahnya vertikal dan Panjang. Alat ini bekerja dengan cara yang sama seperti ventilasi bekerja di tambang dan bangunan. Hasil putaran tersebut dapat memberikan perhitungan angin yang maksimal dengan akurasi yang cukup tinggi ^[2].



Gambar 2. 4 Windmill Anemometer ^[4]

3. RENCANA KERJA

3.1 Alat Dan Bahan

Dibutuhkan alat dan bahan dalam pembuatan alat anemometer:

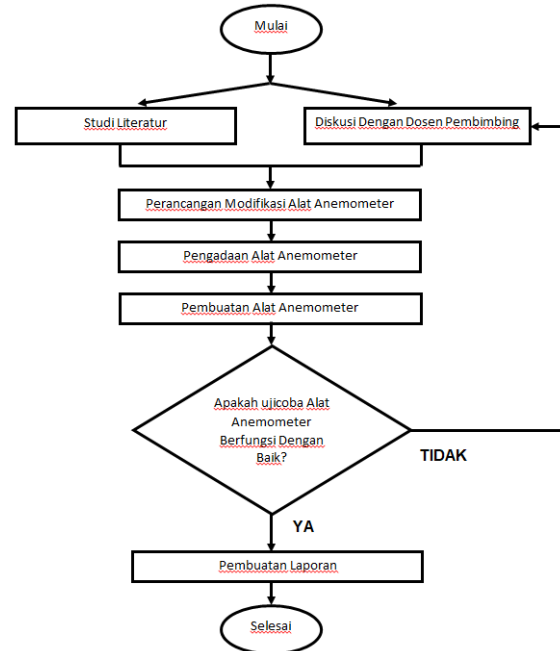
No	Alat	Bahan
1.	Stationary (alat tulis) 	Anemometer UNI-T BT363 
2.	Cutter 	Module Anemometer 
3.	Scissor (gunting)	Baterai 5 Volt

		
4.	Solder	Timah
		
No	Alat	Bahan
5.	Screwdriver Philips	Cable AWG 24
		
6.	Penyedot Timah	Sedotan
		
7.	Lem Tembak	
		
8.	Bor	
		

Gambar 2. 5 Alat Dan Bahan Untuk Pembuatan Alat Anemometer

3.2 Langkah Kerja

Dalam tugas akhir ini, diperlukan langkah kerja agar proses penyusunan menjadi sistematis dan terarah, berikut adalah *flowchart* langkah kerja:



Gambar 3. 7 Flowchart Langkah Kerja

3.2.1 Studi Literatur

Mencari ide dan sumber referensi terkait pembuatan alat anemometer dan juga menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya.

3.2.2 Diskusi dengan Dosen Pembimbing

Diskusi dengan dosen pembimbing dilakukan bersamaan dengan membaca literatur untuk membuat proposal tugas akhir yang di ajukan Teknik Aeronautika, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma.

3.2.3 Perancangan Modifikasi Alat Anemometer

Merancang alat dengan mengumpulkan bahan alat sebelum memodifikasi alat anemometer.

3.2.3 Pengadaan Alat

Mencari dan membeli alat dan bahan yang di butuhkan dalam Proses

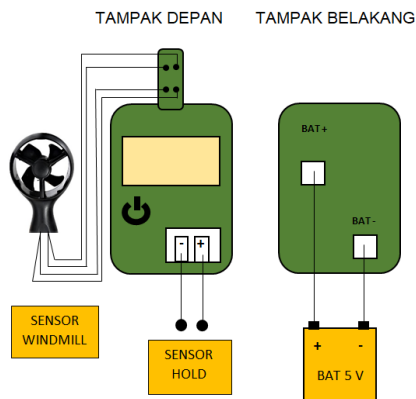
memodifikasi alat anemometer pada alat peraga *wind tunnel*.

3.2.4 Cara Pembuatan Alat

Pada bagian ini ada beberapa Langkah untuk membuat alat yang akan di modifikasi dari alat ukur anemometer untuk digunakan di alat peraga *wind tunnel*.

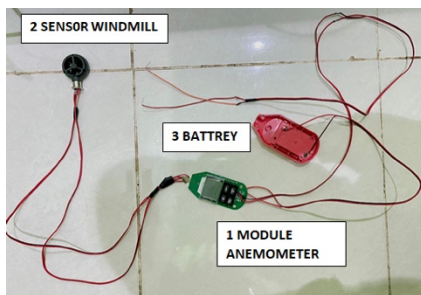
3.2.4.1 Skematika Rangkaian

Sebelum alat anemometer dimodifikasi maka terlebih dahulu membuat gambar skematik untuk membantu dalam penyelesaian alat anemometer.



Gambar 3. 8 Skematika Anemometer

3.2.4.2 Modifikasi Anemometer



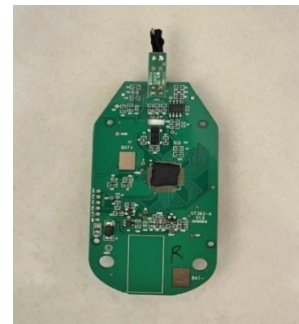
Gambar 3. 9 Perakitan Modifikasi Alat Anemometer

Adapun langkah-langkah pembuatan alat kecepatan aliran udara pada alat peraga *wind tunnel* :

1. Pada langkah pertama, siapkan alat anemometer UNI-T UT363 dengan membuka bagian dalam anemometer UNI-T UT363 dari bautnya menggunakan alat *screwdriver philips* lalu mengambil *module anemometer* (nomor 1) saja. Setelah terambil *module anemometer* (nomor 1).



Gambar 3. 10 Anemometer UNI-T BT363



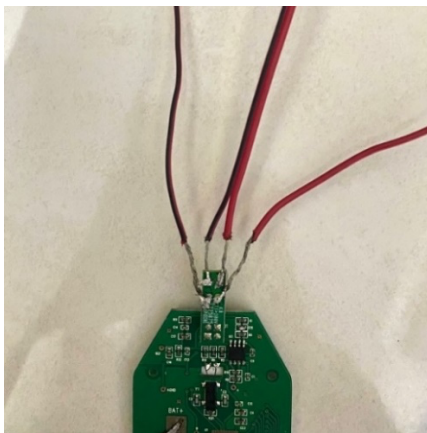
Gambar 3. 11 Module Anemometer

2. Siapkan kabel AWG 22 dengan panjang yang disesuaikan lalu dikupas untuk mengambil *wire* dan pisahkan kabel positif dan negatif. Sambungkan *hold* yang ada di *module anemometer* (nomor 1) dengan kabel AWG 22 yaitu kabel positif (merah) sebelah kiri dan kabel negatif (hitam) sebelah kanan dari foto dan sesuaikan penempatannya seperti gambar dibawah ini:



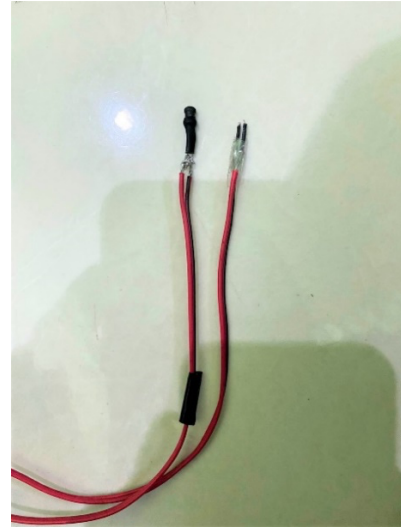
Gambar 3. 12 Kabel Sensor Hold

3. Selanjutnya module anemometer (nomor 1) bagian atas, lepaskan sensor yang masih menempel pada *module anemometer* (nomor 1) dengan menggunakan penyedot timah. Setelah terlepas, gantikan pemasangannya menggunakan kabel AWG 22 lalu sambungkan kabel AWG 22 dengan module anemometer (nomor 1) dengan menggunakan alat solder dan bahan timah. Lalu perhatikan kabel positif (merah) dan negatif (hitam) sesuaikan dengan gambar dibawah ini :



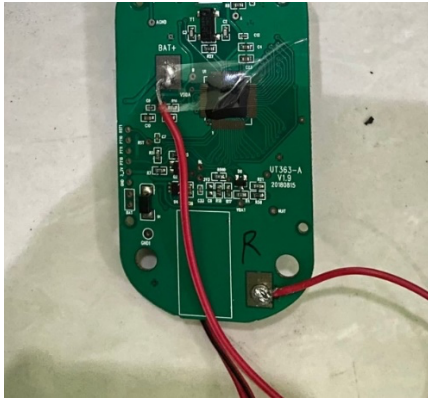
Gambar 3. 13 Sambungan Kabel sensor Windmill Dengan Modul Anemometer

4. Sensor *windmill* (nomor 2) yang telah dilepas pada *module anemometer* (nomor 1) lalu dipindahkan pemasangannya dengan menggunakan kabel AWG 22 disambungkan menggunakan alat solder dan bahan timah. Seperti pada gambar dibawah ini:



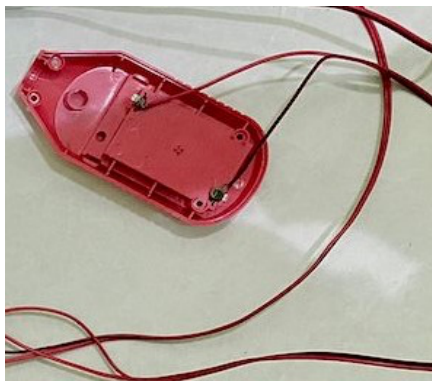
Gambar 3. 14 Kabel Sensor Windmill

5. Selanjutnya perhatikan pada bagian belakang *module anemometer* (nomor 1) terdapat kutup positif dan negatif baterai, lalu sambungkan dengan kabel AWG 22 yang telah di kupas dengan menggunakan timah dan solder. Perhatikan *module anemometer* baterai positif disambungkan dengan kabel positif (merah) dan *modul anemometer* negatif baterai disambungkan dengan kabel negatif (hitam). Seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 15 Sambungan Kabel Baterai

6. setelah selesai disambungkan, kabel tersebut di sambungkan ke baterai (nomor 4) dengan memperhatikan kutup positif baterai disambungkan ke kabel positif dan kutup negatif baterai disambungkan ke kabel negatif. Seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 16 Baterai

3.2.4.3 Pemasangan Alat

Pemasangan alat anemometer setelah dimodifikasi dan dipasang pada alat peraga wind tunnel. Berikut ini langkah untuk pemasangan alat :

1. Langkah pertama yaitu melubangi kotak komponen menggunakan alat bor dengan ukuran LCD anemometer 4×3 cm. Seperti pada gambar dibawah ini :



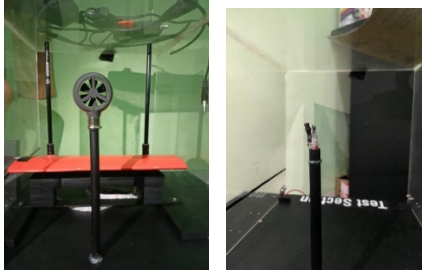
Gambar 3. 17 Pelubangan LCD Anemometer

2. Setelah selesai pasang LCD anemometer lewat bagian bawah dari kotak komponen agar terlihat rapih tidak terlihat kabel – kabel lalu rekatkan dengan menggunakan lem tembak hingga LCD terpasang rapih seperti gambar dibawah ini :



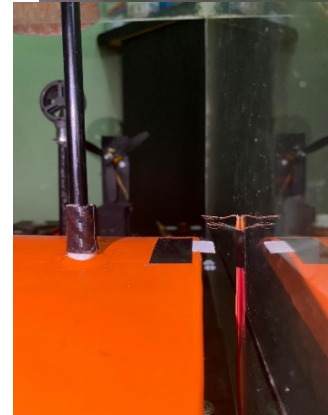
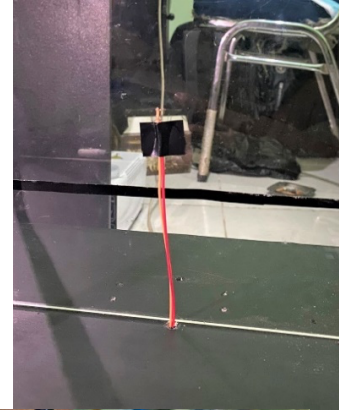
Gambar 3. 18 LCD Anemometer

3. selanjutnya ke bagian sensor *windmill* yang akan di pasang di bagian depan terowongan angin. Dengan cara melubangi kotak komponen dengan menggunakan alat bor dan membuat penyangga dengan bahan sedotan lalu direkatkan dengan menggunakan lem tembak. Seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 19 Penempatan Sensor *Windmill*

4. Langkah selanjutnya bagian terpenting dari pembuatan alat ini yaitu bagian *hold*. Yang akan di pasang dengan cara melubangi kotak komponen alat peraga *wind tunnel* menggunakan bor lalu tarik kabel *hold* dari bawah kotak komponen bawa kabel tersebut ke atas yang akan di pasang di bagian akrilik sebelah dengan *airfoil* lalu di rekatkan menggunakan lem. Seperti pada gambar dibawah ini :

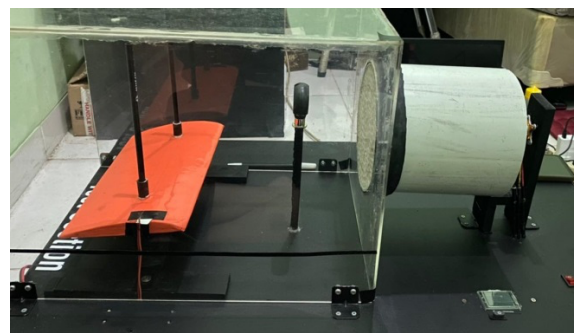


Gambar 3. 20 Penempatan Sensor *Hold*

4. PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil pengukuran kecepatan aliran udara pada saat *airfoil* terangkat dan cara pengujian dengan menggunakan alat *anemometer* yang telah dimodifikasi dengan benda uji *airfoil* NACA 4412 dan *airfoil* NACA 2412 pada alat peraga *wind tunnel*.

4.1 Cara Pengujian Alat



Gambar 4. 13 Alat Peraga *Wind Tunnel*

Setelah membahas cara pembuatan hingga pemasangan alat. Pada bagian ini akan menjelaskan cara pengujian alat pengukur kecepatan aliran udara pada *wind tunnel* :

1. Pertama hidupkan *power on* pada alat *wind tunnel*.
2. Kedua hidupkan *power* alat anemometer dengan menekan agak lama.
3. lalu mainkan *servo tester* hingga airfoil mengangkat menabrak sensor *hold*.
4. Lalu sensor *hold* menahan hasil pengukuran, dan hasil pengukuran pada saat sayap terangkat bisa ditentukan.

4.2 Kalibrasi

Pada sub bab ini membahas kalibrasi alat anemometer UNI-T BT363 yang telah dimodifikasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran menggunakan alat anemometer BENETECH GM816A bertujuan untuk memastikan apakah hasil pengukuran berfungsi dengan baik dan akurat. Dari pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan kecepatan angin dari putaran *propeller* yang sama, memperoleh hasil pengukuran yang sama dan akurat dari perbandingan alat anemometer UNI-T BT363 dengan alat anemometer BENETECH GM816A. Berikut ini hasil pengukurannya yang menyatakan akurat:

1. Pengujian pada alat anemometer UNI-T BT363 yang telah dimodifikasi memperoleh hasil sebesar 5,3 m/s.



Gambar 4. 14 Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Anemometer UNI-T BT363 Yang Telah Dimodifikasi

2. Pengujian pada alat anemometer BENETECH GM816A memperoleh hasil sebesar 5,3 m/s.



Gambar 4. 15 Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Anemometer BENETECH GM816A

4.3 Menentukan Posisi Anemometer

Penentuan posisi anemometer ini bertujuan untuk mendapatkan kecepatan aliran udara yang bagus. Didapat jarak dan tinggi untuk posisi anemometer sebagai berikut :

- A. Jarak dari *honeycomb* : 10 cm
- B. Jarak dari *leading edge* : 17 cm
- C. Tinggi sensor *windmill* : 17 cm



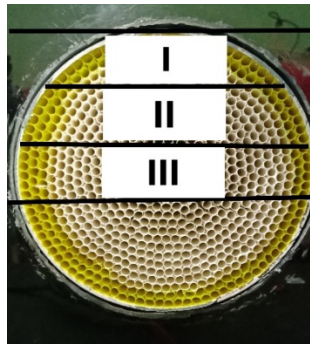
Gambar 4. 16 Jarak posisi sensor windmill

Tabel 4. 3 Penentuan posisi anemometer terhadap diameter honeycomb.

Honeycomb	25%			50%			75%			Satuan
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
A	2,3	2,1	1,9	7,2	7,5	5,8	10	10,9	7,9	m/s
B	2,5	2,6	2,2	7,2	7,8	6,2	10,2	11,5	9,5	
C	2,7	2,9	2,6	7,4	8,3	6,4	10,5	11,8	10,0	

Dari percobaan yang dilakukan dengan menentukan posisi anemometer terhadap diameter honeycomb, maka

didapat posisi yang bagus adalah pada daerah II.



Gambar 4. 17 Daerah I, II dan III pada diameter *honeycomb*.

Tabel 4. 4 Penentuan posisi anemometer terhadap jarak dari *honeycomb*.

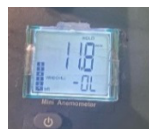
Honeycomb	25%			50%			75%			Satuan
	3 cm	5 cm	10 cm	3 cm	5 cm	10 cm	3 cm	5 cm	10 cm	
A	1,7	2,1	2,2	7,2	7,8	8,4	11,3	11,6	12,1	m/s
B	2,9	2,6	2,8	7,6	8,1	8,5	11,5	11,8	12,4	
C	3,4	3,7	4,0	7,7	8,6	8,9	11,8	12,0	12,8	

Dari percobaan yang dilakukan dengan menentukan posisi anemometer terhadap jarak dari *honeycomb*, maka didapat untuk jarak yang bagus adalah pada jarak 10 cm.

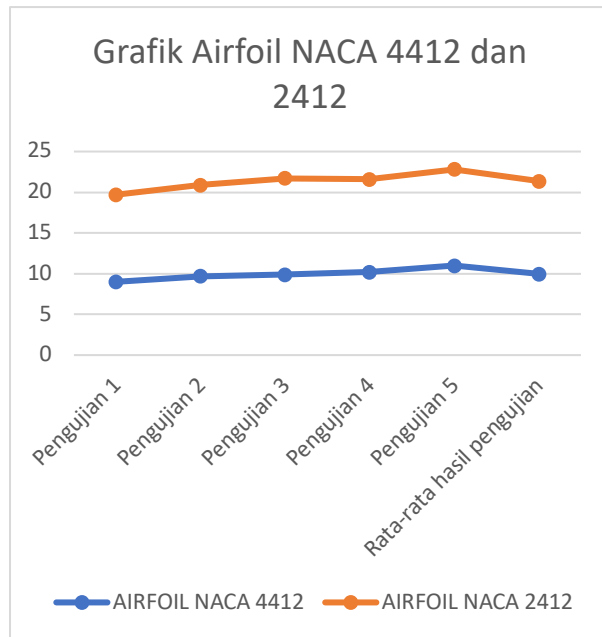
4.3 Hasil Pengujian

Proses pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pengukuran kecepatan aliran udara pada saat *airfoil* terangkat dengan menggunakan metode sensor *windmill* sebagai pengambilan data dengan posisi sensor *windmill* ditempatkan dipercobaan ketiga dengan jarak 10 cm dari *honeycomb* ke sensor *windmill* dan jarak 17 cm dari sensor *windmill* ke *leading edge airfoil* dari kecepatan aliran udara dan sensor *hold* sebagai sensor untuk mengetahui pada saat *airfoil* terangkat pertamakalinya

dengan cara *airfoil* menabrak sensor *hold*. Maka hasil pengujian pada alat kecepatan aliran udara yang telah dimodifikasi yang sudah diujikan pada alat peraga *wind tunnel* dengan menggunakan *airfoil* NACA 4412 dan *airfoil* NACA2412 mendapatkan hasil pengukuran setelah beberapa pengujian, berikut dibawah ini hasil pengujian:

Pengujian	Airfoil NACA 4412	Airfoil NACA 2412
1	9,0 m/s 	10,7 m/s 
2	9,7 m/s 	11,12 m/s 
3	9,9 m/s 	11,8 m/s 
4	10,2 m/s 	11,4 m/s 
5	11,0 m/s 	11,8 m/s 

Gambar 4. 18 Hasil pengukuran pada pengujian airfoil NACA 4412 dan airfoil NACA 2412



Gambar 4. 19 Grafik Hasil Pengujian Pada Airfoil NACA 4412 Dan Airfoil NACA 2412

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan dalam Proses Modifikasi Alat Anemometer Pada Alat Peraga *Wind Tunnel* maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam proses modifikasi alat anemometer pada alat peraga *wind tunnel* dengan menambahkan alat anemometer yang telah dimodifikasi dipasang pada alat peraga *wind tunnel* dimulai dengan memodifikasi module anemometer dengan cara melepaskan sensor *windmill* dan mengambil sensor *hold* dari module anemometer dipanjangkan menggunakan kabel AWG 24 lalu di solder dengan rapih. Disupply dengan baterai 5 volt dengan ukuran

layar LCD anemometer 4×3 cm dan kecepatan anemometer dapat diukur hingga 0-30 m/s.

2. Proses pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pengukuran kecepatan aliran udara pada saat *airfoil* terangkat dengan menggunakan metode sensor *windmill* sebagai pengambilan data dengan posisi sensor *windmill* ditempatkan di daerah ke-II dengan jarak 10 cm dari *honeycomb* ke sensor *windmill* dan jarak 17 cm dari sensor *windmill* ke *leading edge airfoil* dari kecepatan aliran udara dan sensor *hold* sebagai sensor untuk mengetahui pada saat *airfoil* terangkat pertamakalinya dengan cara *airfoil* menabrak sensor *hold*. Maka hasil pengujian pada alat kecepatan aliran udara yang telah dimodifikasi yang sudah diujikan pada alat peraga *wind tunnel* dengan menggunakan airfoil NACA 4412 dan airfoil NACA2412
3. Hasil pengukuran dari pengujian *airfoil* NACA 4412 dan *airfoil* NACA 2412 dengan menggunakan alat anemometer yang sudah di modifikasi, pada *airfoil* NACA 4412 memperoleh kecepatan aliran udara dari pengujian pertama 9,0 m/s, pengujian kedua 9,7 m/s, pengujian ketiga 9,9 m/s, pengujian keempat 10,2 m/s dan pengujian kelima 11,0 m/s. Pada *airfoil* NACA 2412 memperoleh kecepatan aliran udara dari pengujian pertama 10,7 m/s, pengujian kedua 11,12 m/s, pengujian ketiga 11,8 m/s, pengujian keempat 11.4 m/s, dan pengujian kelima 11,8 m/s. Maka *airfoil* NACA 4412 lebih cepat terangkat dibandingkan *airfoil* NACA 2412 dengan melihat nilai rata-rata dalam lima pengujian dari *airfoil* NACA

4412 memperoleh hasil pengukuran 9,96 m/s dan *airfoil* NACA 2412 memperoleh hasil pengukuran 11,38 m/s.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, terdapat saran yang direkomendasikan dalam pembuatan akusisi data pada alat peraga *wind tunnel* terutama pada alat ukur *anemometer* yang telah dimodifikasi. Adapun saran untuk penelitian:

1. Membuat alat ukur kecepatan aliran udara berbasis *microcontroller*.
2. Menggunakan *switch* untuk bagian hold.
3. Menambahkan alat ukur lain nya seperti, alat ukur kecepatan putaran *propeller* dan ketinggian *airfoil*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fakhrur Razi. 2021. *Sistem Rancang Bangun Anemometer Untuk Mengukur Kecepatan Udara*.
- [2] Yosua Erick. 2021. *Alat Ukur Kecepatan Angin Anemometer: Fungsi, Jenis, Satuan, Cara Kerja*.
- [3] Abi Royen. 2022. *Macam Jenis Anemometer*.
- [4] WikiElektronika.com. 2022. *Pengertian Dan Fungsi Anemometer*.
- [5] Gadang Wicaksono. 2016. *Rancang Bangun Alat Pengukur Arah Dan Kecepatan*.
- [6] Muhammad Fajri Fakhriyansyah. 2021. *Menghitung Performa Propeller Dan Brushless Pada Wind Tunnel Sederhana*.
- [7] Yusuf Wibisono, Gunawan Nugroho, Ridho Hantoro. 2013. *Studi Karakteristik Aliran Tiga Dimensi Dan Perpindahan Panas Pada*

Cascade Airfoil Dengan Pengaruh Clearance.

- [8] Idschool. *Hukum Bernoulli pada Gaya Angkat Sayap Pesawat Terbang*.