

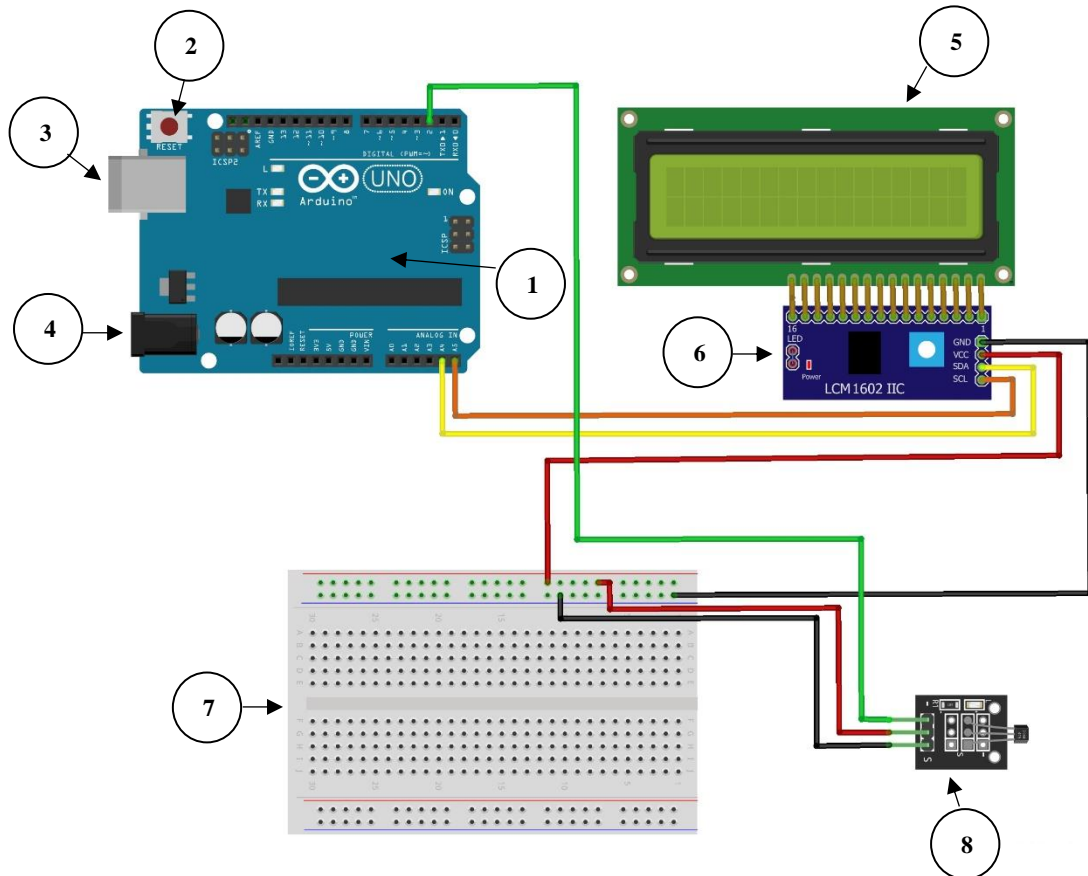
DAFTAR PUSTAKA

- Habibie, M. N, Sasmito A., dan Kurniawan, R. 2011. Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*. Vol. 12. No. 2
- Himran, Syukri. 2019. *Energi Angin*. Yogyakarta: Andi.
- Ho seong, Ji, dkk. 2016. The Aerodynamic Performance Study On Small Wind Turbine With 500W Class Through Wind Tunnel Experiments. *International Journal of Renewable Energy Sources*. Vol. 1. ISSN: 2367-9123.
- Institute for Essential Service Reform (IESR Indonesia). (2017, 1 Mei). *Energi kini dan nanti: Energi Terbarukan*. Diperoleh 20 Agustus 2020, dari <https://iesr.or.id/pustaka/seri10p-energi-kini-dan-nanti>
- Jang, Hyeonmu, dkk. 2019. Analysis of Archimedes Spiral Wind Turbine Performance by Simulation and Field Test. *Energies*. doi:10.3390/en12244624.
- Kim, K. C. dkk. 2014. Experimental and numerical study of the aerodynamic characteristics of an Archimedes spiral wind turbine blade. *Energies*. 7:7893–7914
- Saputra M. Dan Pribadyo. 2015. Studi Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Kawasan Meulaboh. Universitas Teuku Umar. Vol. 1 No.1.
- Suharyati, Sadmoko H. P, Jamaludin L. W, dan Nurina I. P. (2014). *Outlook Energi Indonesia 2014*. Jakarta: Dewan Energi Nasional (DEN)
- Tuapetel J.V., Triprayoga I.A., dan Santika P.M. 2019. Analisa dan pengujian kinerja turbin angin sanvoniuss 4 sudu. *Teknik Mesin ITI* . Vol. 3 No. 2
- Zaidun, R. dan Yamin, M. 2010. Pengembangan Program Komputer untuk Pemilihan Kincir Angin Pembangkit Tenaga Listrik di Pedesaan. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol. 4. No. 2.

LAMPIRAN

Lampiran 1

SKEMA RANGKAIAN ALAT PENGUKUR PUTARAN (RPM)



Keterangan :

1. Arduino uno
2. Tombol reset
3. USB Soket/Power USB
4. Power input (*Barrel Jack*)
5. LCD
6. LCD Module
7. Breadboard
8. Hall effect sensor

PROSEDUR PENGOPERASIAN ALAT PENGUKUR PUTARAN (RPM)

1. Hubungkan pin sensor ke pin Arduino dengan kabel seperti pada skema di atas
2. Hubungkan Arduino ke *power supply* (1 A / 9 sampai 12 Volt)
3. Catat putaran (RPM) pada monitor
4. Untuk pengambilan data selanjutnya restart untuk mulai dari awal dengan menekan tombol reset pada *Arduino board*
5. Setelah proses pengambilan data selesai matikan alat dengan memutuskan *power supply*

Lampiran 2

DATA HASIL PENGUJIAN SUDU KEMIRINGAN 45°																	
NO.	VARIASI KECEPATAN ANGIN (m/s)	PUTARAN KINCIR (RPM)															
		Beban 0 gram			Beban 75 gram			Beban 100 gram			Beban 125 gram						
		DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata
1	3	816	850	833	833	146	143	142	144	114	117	112	114	53	56	59	56
2	4	952	969	972	964	340	357	354	350	261	255	251	256	140	143	146	143
3	5	985	969	972	975	544	527	535	535	425	459	459	448	234	228	231	231
4	6	-	-	-	-	714	731	717	721	578	612	612	601	353	344	359	352
5	7	-	-	-	-	816	799	811	809	748	734	748	743	510	527	518	518
6	8	-	-	-	-	952	935	918	935	901	927	933	920	697	680	679	685
		Hari/tgl	Rabu, 17 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Selasa, 01 September 2020	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Selasa, 01 September 2020	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021
		Waktu	10.00	Waktu	12.30	Waktu	10.00 - 11.00	Waktu	13.15	Waktu	11.30 - 14.10	Waktu	11.00	Waktu	11.00	Waktu	15.00
		Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	31° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C
		Massa alat beban	82,6 gram	Massa alat beban	82,6 gram	Massa alat beban	75 gram	Massa alat beban	82,6 gram	Massa alat beban	100 gram	Massa alat beban	80,7 gram	Massa alat beban	82,6 gram	Massa alat beban	125 gram
			75 gram		75 gram		75 gram		75 gram		100 gram		100 gram		100 gram		125 gram
DATA HASIL PENGUJIAN SUDU KEMIRINGAN 60°																	
NO.	VARIASI KECEPATAN ANGIN (m/s)	PUTARAN KINCIR (RPM)															
		Beban 0 gram			Beban 75 gram			Beban 100 gram			Beban 125 gram						
		DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata
1	3	986	969	984	980	254	248	255	252	208	211	211	210	77	81	76	78
2	4	1241	1258	1207	1235	510	493	512	505	408	476	459	448	186	193	188	189
3	5	1309	1292	1284	1295	738	741	740	740	646	629	663	646	388	382	384	385
4	6	-	-	-	-	852	960	945	952	840	839	841	841	682	678	676	679
5	7	-	-	-	-	980	979	988	982	982	973	974	976	884	867	850	867
6	8	-	-	-	-	996	1006	1003	1002	981	987	992	987	986	969	952	969
		Hari/tgl	Rabu, 17 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Selasa, 01 September 2020	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Selasa, 01 September 2020	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021
		Waktu	11.30	Waktu	10.00	Waktu	11.30 - 14.10	Waktu	11.00	Waktu	11.30 - 14.10	Waktu	11.00	Waktu	11.00	Waktu	15.00
		Tem. Udara	28° C	Tem. Udara	28° C	Tem. Udara	31° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	31° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C
		Massa alat beban	80,7 gram	Massa alat beban	80,7 gram	Massa alat beban	75 gram	Massa alat beban	80,7 gram	Massa alat beban	100 gram	Massa alat beban	80,7 gram	Massa alat beban	82,6 gram	Massa alat beban	125 gram
			75 gram		75 gram		75 gram		75 gram		100 gram		100 gram		100 gram		125 gram
DATA HASIL PENGUJIAN SUDU KEMIRINGAN 75°																	
NO.	VARIASI KECEPATAN ANGIN (m/s)	PUTARAN KINCIR (RPM)															
		Beban 0 gram			Beban 75 gram			Beban 100 gram			Beban 125 gram						
		DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata	DATA 1	DATA 2	DATA 3	rata-rata
1	3	1054	1037	1071	1054	227	218	215	220	178	185	196	186	73	72	75	73
2	4	1445	1448	1437	1443	463	456	469	463	374	374	391	380	179	176	184	180
3	5	1564	1476	1408	1483	715	722	718	718	629	656	626	630	351	350	357	353
4	6	-	-	-	-	918	925	920	921	838	836	832	835	663	659	641	654
5	7	-	-	-	-	976	983	968	976	945	930	947	941	856	861	859	859
6	8	-	-	-	-	991	985	995	990	987	975	972	978	943	951	958	951
		Hari/tgl	Rabu, 17 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Selasa, 01 September 2020	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Selasa, 01 September 2020	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021	Hari/tgl	Kamis, 18 Februari 2021
		Waktu	13.30	Waktu	14.20	Waktu	14.40 - 17.00	Waktu	15.00	Waktu	14.40 - 17.00	Waktu	15.00	Waktu	15.00	Waktu	15.00
		Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	30° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	30° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C	Tem. Udara	29° C
		Massa alat beban	85 gram	Massa alat beban	85 gram	Massa alat beban	85 gram	Massa alat beban	85 gram	Massa alat beban	100 gram	Massa alat beban	85 gram	Massa alat beban	85 gram	Massa alat beban	85 gram
			75 gram		75 gram		75 gram		75 gram		100 gram		100 gram		100 gram		125 gram

Lampiran 3

B84
APPENDIX 1

TABLE A-15

Properties of air at 1 atm pressure

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Density $\rho, \text{kg/m}^3$	Specific Heat $c_p, \text{J/kg}\cdot\text{K}$	Thermal Conductivity $k, \text{W/m}\cdot\text{K}$	Thermal Diffusivity $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Dynamic Viscosity $\mu, \text{kg/m}\cdot\text{s}$	Kinematic Viscosity $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Prandtl Number Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-5}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1000	0.2772	1184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1500	0.1990	1234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2000	0.1553	1264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Note: For ideal gases, the properties c_p , k , μ , and Pr are independent of pressure. The properties ρ , ν , and α at a pressure P (in atm) other than 1 atm are determined by multiplying the values of ρ at the given temperature by P and by dividing ν and α by P .

Source: Data generated from the EES software developed by S. A. Klein and F. L. Alvarado. Original sources: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 1984; and Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena, and P. Hestermans, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-30607020-8.

Lampiran 4

TABEL HASIL PERHITUNGAN												
Kemiringan sudu 45°												
v angin (m/s)	Pembebanan 75 gram				Pembebanan 100 gram				Pembebanan 125 gram			
	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)
3	144	0,2785	0,09947	35,7162	114	0,2785	0,10555	37,8984	56	0,2785	0,06462	23,2031
4	350	0,66015	0,24256	36,743	256	0,66015	0,23602	35,7525	143	0,66015	0,16501	24,9964
5	535	1,28936	0,37065	28,7467	448	1,28936	0,41327	32,0521	231	1,28936	0,26656	20,674
6	721	2,22802	0,49897	22,3951	601	2,22802	0,55451	24,8881	352	2,22802	0,40619	18,231
7	809	3,53801	0,5599	15,8252	743	3,53801	0,68622	19,3955	518	3,53801	0,59813	16,9058
8	935	5,28123	0,64737	12,2579	920	5,28123	0,84961	16,0874	685	5,28123	0,79084	14,9746

Kemiringan sudu 60°												
v angin (m/s)	Pembebanan 75 gram				Pembebanan 100 gram				Pembebanan 125 gram			
	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)
3	252	0,27946	0,17471	62,5172	210	0,27664	0,19386	70,0773	78	0,2785	0,09001	32,3186
4	505	0,66241	0,34965	52,7837	448	0,65575	0,41327	63,0227	189	0,66015	0,2181	33,0372
5	740	1,29378	0,51212	39,5835	646	1,28075	0,59636	46,5634	385	1,28936	0,44389	34,4268
6	952	2,23565	0,65937	29,4933	841	2,21314	0,77607	35,0665	679	2,22802	0,78315	35,15
7	982	3,55013	0,68014	19,1581	976	3,51438	0,90131	25,6464	867	3,53801	1,00047	28,2779
8	1002	5,29932	0,69352	13,087	987	5,24596	0,91085	17,3629	969	5,28123	1,11818	21,1727

Kemiringan sudu 75°												
v angin (m/s)	Pembebanan 75 gram				Pembebanan 100 gram				Pembebanan 125 gram			
	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)	n (rpm)	P input (Watt)	P output (Watt)	η kincir (%)
3	220	0,2785	0,15232	54,693	186	0,27755	0,17202	61,9767	73	0,2785	0,08462	30,385
4	463	0,66015	0,32034	48,5245	380	0,65789	0,35049	53,2751	180	0,66015	0,20733	31,4058
5	718	1,28936	0,49735	38,5735	630	1,28495	0,5819	45,2858	353	1,28936	0,40696	31,5629
6	921	2,22802	0,63767	28,6206	835	2,22039	0,77115	34,7302	654	2,22802	0,75507	33,8897
7	976	3,53801	0,67552	19,0933	941	3,52589	0,86839	24,6288	859	3,53801	0,99086	28,0061
8	990	5,28123	0,68568	12,9833	978	5,26314	0,90285	17,1542	951	5,28123	1,09702	20,7721

DOKUMENTASI



*Gambar sudu Archimedes spiral
kemiringan 45°*

Massa: 82,6 gram



*Gambar sudu Archimedes spiral
kemiringan 60°*

Massa: 80,7 gram

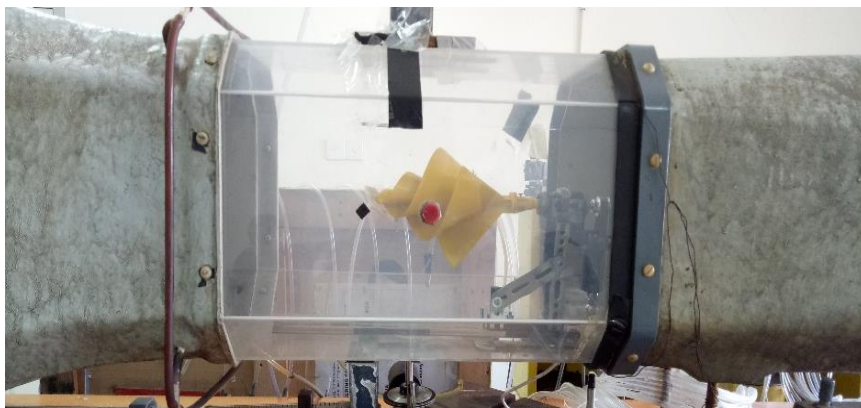


*Gambar sudu Archimedes spiral
kemiringan 75°*

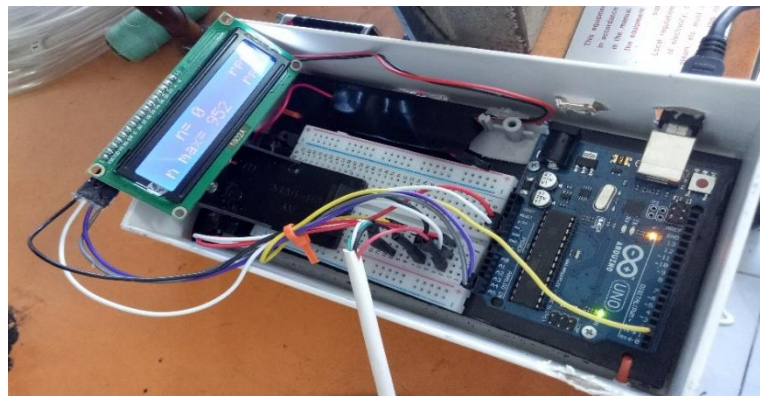
Massa: 85 gram



Gambar instalasi alat dan wind Tunnel Keseluruhan



Gambar instalasi alat



Gambar pengambilan data