

RANCANG BANGUN ALAT PEREKAM DATA CUACA DENGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS

Dimas Setiawan¹, Nanang Hadi Prabowo², Nawanto Budi Sukoco³

¹Program Studi D-3 Hidro-Oceanografi, STTAL

²Satuan Komunikasi dan Elektronika Mabes TNI

³Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Prodi Hidrografi

Penulis : dimasrdg87@gmail.com

ABSTRAK

Rancang Bangun Alat Perekam Data Cuaca dengan Berbasis *Internet of Things* merupakan alat yang digunakan untuk merekam Cuaca dan dimonitor menggunakan *Internet Of Things*, alat ini menggunakan beberapa sensor-sensor cuaca meliputi sensor arah dan kecepatan angin, sensor suhu dan kelembaban serta sensor tekanan udara. Alat ini dibuat bertujuan untuk bidang studi dan penelitian. Besar harapan penulis untuk bisa menyumbangkan pikiran dalam bentuk penelitian dan pengembangan mengenai teknologi dan pemenuhan kebutuhan peralatan yang berkaitan dengan teknologi berbasis *Internet of Things* sehingga akan bisa berguna sebagai alat monitoring cuaca dengan jangkauan tak terbatas menggunakan jaringan *Internet*.

Kata Kunci : Stasiun cuaca, sensor, telemetri, pemantauan, *Internet of Things*

ABSTRACT

Prototype of Weather Data Recording Device Based on Internet of Things is a tool used to record the weather and monitor it using the Internet of Things, this tool uses several weather sensors including temperature and wind speed sensors, temperature and humidity sensors and air pressure sensors. This tool is made aiming for the field of study and research. The authors hope to be able to contribute thoughts in the form of research and development regarding technology and meeting the needs for equipment related to Internet of Things-based technology so that it will be useful as a weather monitoring tool with unlimited reach using the Internet network.

Keywords : Weather station, sensor, telemetry, monitoring, Internet of Things

PENDAHULUAN

Pusat Hidrografi-Oseanografi TNI Angkatan Laut atau Pushidrosal merupakan Kotama Pembinaan TNI Angkatan Laut yang langsung berkedudukan dibawah Kasal (Kepala Staf Angkatan Laut). Sebelumnya satuan ini diberi nama Dinas Hidro-Oseanografi Tni Angkatan Laut (Dishidrosal). Pushidrosal memiliki tugas pokok melaksanakan Operasi Survei Pemetaan Hidro-Oseanografi Militer maupun Nasional yang meliputi kegiatan Survei, Pemetaan Laut, Penelitian, Publikasi, Penerapan Lingkungan Laut dan Keselamatan Navigasi Pelayaran serta menyiapkan Data dan Informasi di Wilayah Perairan dan Yurisdiksi Nasional dalam rangka mendukung kepentingan TNI maupun Publik untuk Pertahanan Negara dan Pembangunan Nasional.(Keppres RI No. 164/1960).

Kondisi Perairan Indonesia yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia dan Samudera Pasifik serta berada di daerah khatulistiwa mengakibatkan perairan di Indonesia memiliki karakter cuaca yang unik, hal ini karena disebabkan interaksi dari kedua Samudera tersebut. Begitu juga dengan prediksi cuaca di Indonesia. Hal ini menyebabkan informasi mengenai prediksi cuaca sangat penting untuk Indonesia. Informasi prediksi cuaca dapat digunakan dalam dunia pelayaran, baik untuk saat akan berlayar, berlabuh maupun selama pelayaran.

Cuaca adalah keadaan udara pada suatu waktu yang relatif singkat dan tempat yang relatif. Iklim adalah kondisi rata-rata cuaca berdasarkan waktu yang panjang untuk suatu lokasi di bumi. Iklim di suatu tempat di bumi dipengaruhi oleh topografi dan letak geografis tempat tersebut. Parameter cuaca atau disebut juga parameter meteorologi antara lain: suhu, tekanan udara, kelembaban udara, angin, curah hujan, Penyinaran matahari, visibility, dan awan.

Indonesia adalah wilayah kepulauan yang mempunyai iklim tropis basah (*humid tropic*) dengan dua musim yaitu musim hujan yang terjadi pada bulan Nopember hingga April dan musim kemarau yang terjadi pada Mei hingga Oktober. Pada musim hujan khususnya bulan Desember dan Januari terjadi curah hujan yang sangat tinggi hingga mencapai 200 mm/jam. Begutu juga antara tempat yang satu

dengan tempat yang lain mempunyai rata-rata curah hujan yang tidak sama. (Anonim, 2008).

Informasai keadaan cuaca sangat berguna diberbagai bidang seperti bidang transportasi udara, pertanian, pelayaran, hankam, komunikasi dan lain-lain. Alat pengamatan cuaca yang dimiliki khususnya dibidang militer sudah *portable* akan tetapi belum bisa dimonitor dari jarak jauh, sehingga perlu adanya upaya untuk mengembangkan peralatan pengukuran kondisi atmosfer yang akurat dengan harga yang terjangkau agar dapat memberikan informasi secara *realtime* tentang keadaan cuaca atau iklim disuatu tempat. Salah satunya dengan satunya dengan melakukan pengamatan cuaca dengan menggunakan alat pengamatan cuaca sistem *Telemetry* berbasis *Internet of Things (IoT)*.

BAHAN DAN METODE

1. BAHAN

Pada pembuatan alat ini digunakan beberapa bahan, diantaranya :

- a. Sensor arah angin dan kecepatan angin
Sensor mekanis ini memanfaatkan angin yang bergerak atau berhembus, yaitu digunakan sebagai penggerak baling- baling. Baling-baling yang digunakan adalah berupa 3 buah piringan cekung yang terbagi dalam jarak 120 derajat (posisi horizontal).
- b. Sensor suhu dan kelembaban
Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan pada penelitian ini adalah *DHT22* merupakan sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang outputnya sudah dikalibrasikan secara digital.
- c. Sensor tekanan udara menggunakan *BMP280*.
- d. *Microcontroller*
- e. Perangkat *Arduino*
- f. *Telemetry*
- g. *Modem GSM*
- h. *Micro SD*
- i. Baterai
- j. *Solar cell*
- k. *Solar cell controller*
- l. *Power Supply*
- m. *LCD Display*

2. METODE

2.1 Pembuatan Alat

Pada pembuatan alat ini digunakan pemrograman dengan menggunakan *arduino* untuk menghubungkan semua sensornya sehingga data dapat terbaca.

2.2 Verifikasi Alat

Verifikasi akan dilakukan dengan cara menghitung RMSE dan korelasi dari data yang dihasilkan oleh alat (*prototype*) dengan data yang dihasilkan oleh *Automatic Weather Station Davis*.

2.2.1 Korelasi

$$R = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

(1)

$$Y = a + bx$$

(2)

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (3)$$

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x)}{n} \quad (4)$$

2.2.2 RMSE

$$RMSE = \left(\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \right)^{1/2} \quad (5)$$

Keterangan:

RMSE = nilai *root mean square error*

y = nilai hasil *observasi*

\hat{y} = nilai hasil prediksi

i = urutan data pada database

n = jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Sensor

Uji coba sensor dilakukan untuk mengetahui apakah sensor tersebut layak digunakan atau tidak. Uji coba sensor ini dilaksanakan pada tanggal 25 Oktober 2020 dengan interval data 5 detik. Berdasarkan data hasil uji coba (Tabel 4.1), terlihat bahwa sensor dapat menangkap data cuaca yang diinginkan sehingga sensor tersebut dapat digunakan dalam perancangan alat.

Tabel 4.1. Data pembacaan sensor cuaca

Bulan	Tanggal	Tahun	Jam	Menit	Detik	Kelembaban	Arah angin	Atmosfer	Suhu	Kec angin
October	25	2020	11	28	59	73.10	BBL	998	31.90	0.00
October	25	2020	11	29	4	67.30	BBL	998	32.90	0.00
October	25	2020	11	29	9	67.30	BBL	998	33.00	0.00
October	25	2020	11	29	14	67.70	BBL	998	33.10	0.00
October	25	2020	11	29	19	68.40	BBL	998	33.10	0.00
October	25	2020	11	29	24	68.30	BBL	998	33.10	0.00
October	25	2020	11	29	29	68.20	BBL	998	33.20	0.00
October	25	2020	11	29	34	68.20	BBL	998	33.20	0.00
October	25	2020	11	30	6	67.40	BBL	998	33.30	0.00
October	25	2020	11	30	11	66.10	STG	998	33.50	0.00
October	25	2020	11	30	16	65.80	STG	998	33.50	0.00
October	25	2020	11	30	21	65.60	STG	998	33.50	0.00
October	25	2020	11	30	26	65.80	STG	998	33.50	0.00
October	25	2020	11	30	31	66.30	STG	998	33.50	0.00
October	25	2020	11	30	36	66.40	STG	998	33.60	0.00
October	25	2020	11	30	41	66.10	STG	998	33.70	0.00
October	25	2020	11	31	7	64.30	STG	998	33.80	0.26
October	25	2020	11	31	12	63.40	STG	998	33.80	0.09
October	25	2020	11	31	17	63.00	STG	998	33.90	0.08
October	25	2020	11	31	22	63.30	STG	998	33.90	0.00
October	25	2020	11	31	27	63.90	STG	998	34.00	0.00
October	25	2020	11	31	32	63.90	STG	998	34.00	0.00
October	25	2020	11	31	37	63.40	STG	998	34.00	0.00
October	25	2020	11	31	42	63.20	STG	998	34.00	0.00
October	25	2020	11	31	47	63.40	STG	998	34.00	0.00
October	25	2020	11	31	52	63.70	STG	998	34.10	0.00
October	25	2020	11	31	57	63.70	STG	998	34.00	0.00
October	25	2020	11	32	2	63.50	STG	998	34.10	0.00
October	25	2020	11	32	8	63.60	STG	998	34.20	0.00
October	25	2020	11	32	13	63.60	STG	998	34.20	0.08
October	25	2020	11	32	18	63.30	STG	998	34.20	0.00
October	25	2020	11	32	23	63.30	STG	998	34.30	0.00
October	25	2020	11	32	28	63.20	STG	998	34.30	0.00
October	25	2020	11	32	33	63.20	STG	998	34.40	0.00
October	25	2020	11	32	38	63.20	STG	998	34.40	0.00
October	25	2020	11	32	43	63.10	STG	998	34.40	0.00
October	25	2020	11	32	48	63.30	STG	998	34.40	0.00
October	25	2020	11	32	53	63.20	STG	998	34.50	0.00
October	25	2020	11	32	59	62.40	STG	998	34.50	0.00
October	25	2020	11	33	4	62.60	STG	998	34.50	0.00
October	25	2020	11	33	9	63.00	STG	998	34.50	0.00
October	25	2020	11	33	14	63.00	STG	998	34.60	0.00
October	25	2020	11	33	19	63.10	STG	998	34.60	0.00
October	25	2020	11	33	24	63.30	STG	998	34.60	0.00
October	25	2020	11	33	29	63.50	STG	998	34.60	0.00
October	25	2020	11	33	34	63.80	S	998	34.70	0.00
October	25	2020	11	33	39	63.90	B	998	34.70	0.00
October	25	2020	11	33	44	64.00	B	998	34.80	0.00
October	25	2020	11	33	49	64.00	B	998	34.80	0.00
October	25	2020	11	33	54	64.00	B	998	34.80	0.00
October	25	2020	11	34	0	64.10	B	998	34.90	0.00
October	25	2020	11	34	5	64.20	B	998	34.90	0.00
October	25	2020	11	34	10	64.30	B	998	35.00	0.00
October	25	2020	11	34	15	64.30	B	998	35.00	0.00
October	25	2020	11	34	20	64.40	B	998	35.00	0.00
October	25	2020	11	34	25	64.30	B	998	35.00	0.00
October	25	2020	11	34	30	64.40	B	998	35.00	0.00
October	25	2020	11	34	35	64.30	B	998	35.00	0.08
October	25	2020	11	34	40	64.40	B	998	35.10	0.08
October	25	2020	11	34	45	64.40	B	998	35.10	0.00
October	25	2020	11	34	50	64.50	B	998	35.20	0.00
October	25	2020	11	34	55	64.30	B	998	35.20	0.08
October	25	2020	11	35	0	64.20	B	998	35.20	0.08
October	25	2020	11	35	5	64.30	B	998	35.30	0.00
October	25	2020	11	35	11	64.30	B	998	35.30	0.00
October	25	2020	11	35	16	64.20	B	998	35.30	0.00
October	25	2020	11	35	21	64.20	B	998	35.30	0.00
October	25	2020	11	35	26	64.30	B	998	35.40	0.00
October	25	2020	11	35	31	64.30	B	998	35.40	0.00
October	25	2020	11	35	36	64.30	B	998	35.50	0.00
October	25	2020	11	35	41	64.30	B	998	35.50	0.00
October	25	2020	11	35	46	64.30	B	998	35.50	0.00
October	25	2020	11	35	51	64.30	B	998	35.50	0.00
October	25	2020	11	35	56	64.30	B	998	35.50	0.00
October	25	2020	11	35	56	64.30	B	998	35.50	0.00
October	25	2020	11	36	1	64.20	B	998	35.60	0.00
October	25	2020	11	36	6	64.20	B	998	35.60	0.16
October	25	2020	11	36	12	64.30	B	998	35.60	0.23
October	25	2020	11	36	17	64.30	B	998	35.70	0.16
October	25	2020	11	36	22	64.30	B	998	35.70	0.17
October	25	2020	11	36	27	64.30	B	998	35.70	0.16
October	25	2020	11	36	32	64.30	B	998	35.80	0.09
October	25	2020	11	36	37	64.40	B	998	35.80	0.02

Tabel 4.1. Data pembacaan sensor cuaca(lanjutan)

October	25	2020	11	36	42	64.40	B	998	35.80	0.08
October	25	2020	11	36	47	64.40	B	998	35.90	0.08
October	25	2020	11	36	52	64.40	B	998	35.90	0.06
October	25	2020	11	36	57	64.40	B	998	35.90	0.16
October	25	2020	11	37	2	64.40	B	998	36.00	0.00
October	25	2020	11	37	8	64.40	B	998	36.00	0.00
October	25	2020	11	37	13	64.30	B	998	36.00	0.00
October	25	2020	11	37	18	64.20	B	998	36.00	0.00
October	25	2020	11	37	23	64.20	B	998	36.10	0.08
October	25	2020	11	37	28	64.00	B	998	36.10	0.00
October	25	2020	11	37	33	64.00	B	998	36.20	0.00
October	25	2020	11	37	38	64.10	B	998	36.10	0.00
October	25	2020	11	37	43	64.10	B	998	36.20	0.00
October	25	2020	11	37	48	64.00	B	998	36.20	0.00
October	25	2020	11	37	53	63.90	B	998	36.30	0.00
October	25	2020	11	37	58	63.90	B	998	36.30	0.00
October	25	2020	11	38	3	63.80	B	998	36.30	0.00
October	25	2020	11	38	9	63.80	B	998	36.30	0.01
October	25	2020	11	38	14	63.80	B	998	36.40	0.00
October	25	2020	11	38	19	63.80	B	998	36.40	0.00
October	25	2020	11	38	24	63.70	B	998	36.50	0.00
October	25	2020	11	38	29	63.60	B	998	36.50	0.00

Pada tabel diatas menunjukkan hasil pengukuran pada masing-masing sensor cuaca. Adapun keterangan pada tabel diatas adalah sebagai berikut:

1. Kolom waktu

Kolom waktu berisikan waktu penelitian berdasarkan waktu yang tertera.

2. Kolom kelembaban

Kelembaban merupakan jumlah kandungan uap air yang terdapat di udara. Perubahan kelembaban udara sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu. Jika suhu udara meningkat, maka semakin besar kapsitas udara dalam menampung uap air. RH akan turun apabila tidak ada penambahan uap air. Satuan kelembaban yang umum digunakan adalah RH yaitu *Relative Humidity* atau kelembaban relatif (*percent*).

3. Kolom arah angin

Arah angin adalah panduan yang dipakai dalam menentukan sisi tertentu. Di mana, mata angin ini juga sering di sebut sebagai titik kompas, yaitu satu titik dari beberapa tanda yang terdapat dalam putaran kompas, sebagai penunjuk haluan tertentu. Seperti arah utara, selatan, barat dan timur.

4. Kolom atmosfer

Atmosfer/tekanan udara merupakan suatu tenaga yang bekerja untuk menggerakkan massa udara dalam satuan luas tertentu, tenaga yang menggerakkan massa udara tersebut menekan searah gaya gravitasi bumi. Tekanan udara dalam tingkat kelembaban udara selalu berbanding lurus. Semakin tinggi tekanan udara di suatu tempat maka udara tersebut semakin memiliki kelembaban yang tinggi karena udara yang ada

jumlahnya terbatas. Satuan tekanan udara yaitu milibar (mb) atau Hecto Pascal (hPa). Semakin tinggi nilai RH maka akan semakin tinggi terjadinya pengembunan. 100% RH berarti bahwa penambahan titik-titik air di udara akan langsung mengembun. Tingkat kelembaban yang ideal sekitar 50-55% RH. 50% RH menunjukkan bahwa udara terisi setengah dari kapasitas maksimum air yang bisa ditampung di udara.

5. Kolom suhu

Suhu adalah derajat panas suatu benda. Kelembaban udara dipengaruhi oleh suhu udara. Jika suhu suatu udara semakin rendah, maka kelembaban udara udara yang dimiliki semakin tinggi. Begitu pula sebaliknya, jika semakin tinggi suhu udara maka kelembaban yang dimiliki semakin rendah. Satuan suhu yang digunakan adalah *Celcius* (°C).

6. Kolom kecepatan angin

Kecepatan angin adalah besaran atmosfer dasar yang disebabkan oleh udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke rendah biasanya karena perubahan suhu. Meter per detik (m / s) adalah satuan SI untuk kecepatan dan satuan yang direkomendasikan oleh Organisasi Meteorologi Dunia untuk melaporkan kecepatan angin. Normalnya kecepatan maksimum hanya 15 knot atau 27 kilometer per jam (1 knots = 0.5 m/s atau 1.8 – 1.9 km/jam).

2. Perancangan dan Perakitan Alat

Pada perancangan Alat Pengamatan Cuaca terdiri dari beberapa bagian, diantaranya: *casing*, *software* dan *hardware*. Untuk bagian casing sensor perancangan menggunakan bantuan *software Google Skatecup* untuk mengaktualisasi hasil rancangan menggunakan printer 3D. Kemudian untuk pembuatan perangkat lunak internal, menggunakan *software Arduino IDE*. Selanjutnya untuk perancangan hardware menggunakan perakitan beberapa modul yang ada dipasaran dan dilaksanakan beberapa modifikasi dan sinkronisasi antar modul sehingga bisa bekerja sesuai dengan kita inginkan.

Setelah bagian *casing hardware* dan *software* dibuat selanjutnya dilaksanakan perakitan, sehingga memberi bentuk pada

purwarupa dan siap untuk dilaksanakan pengujian. Pada kegiatan perakitan ini juga diperhatikan kerapian susunan antar modul, pemilihan konektor dan susunan jalur perkabelan sehingga produk yang dihasilkan memiliki tingkat kestabilan pada kedudukannya.

Dalam proses perakitan ini sangat diperhatikan sistem keamanan baik itu sensor-sensor cuaca maupun perangkat kelistrikan. Susunan antar modul juga dirakit dengan memperhatikan posisi yang bertujuan untuk kemudahan dalam pergantian atau perbaikan komponen atau modul apabila ada kerusakan atau *disconnect*.

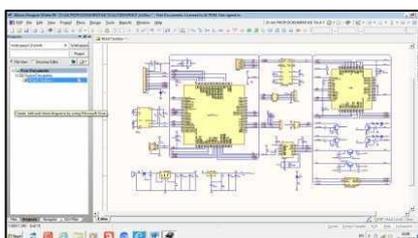
Pada proses perakitan ini dimulai dari pembuatan adaptor atau sumber listrik DC, pembuatan adaptor ini menggunakan bahan-bahan yang mudah didapat dipasaran bahkan ditoko-toko kecil elektronik. Adaptor di rancang dengan konektor sumber listrik DC sehingga dapat memudahkan pengguna.

Dalam perancangan alat perekam data cuaca yang dilengkapi telemetri ini terbagi atas beberapa tahapan, mulai dari pembuatan *PCB (printed circuit board)* pemasangan komponen kedalam *PCB*, menghubungkan dengan sensor, penulisan *sketch* pada *Software* arduino, pembuatan *casing*, kalibrasi alat, dan pengujian alat.

3. Pembuatan PCB

Banyak cara membuat *PCB* antara lain secara manual dan secara otomatis. Pada pembuatan *PCB* untuk alat perekam data cuaca dibuat secara manual. Berikut adalah tahapan dalam pembuatan *PCB* secara manual :

- a. Menggambar Skematik rangkaian dengan *software* Altium

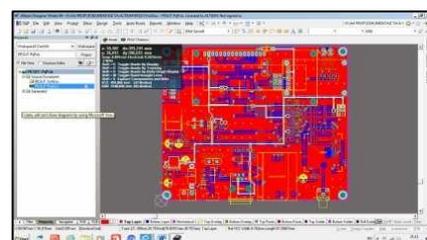


Gambar 4.1. Skematik rangkaian

- b. Menggambar *layout* gambar skematik.
- c. Siapkan lembaran *PCB* polos, gergaji triplek, pisau *cutter*, bor kecil ukuran mata

0,8 – 1 mm, wadah untuk pelarutan, dan *Feriklorit* 1 ons.

- d. Cetak gambar hasil *layout* dengan kertas *HVS*.
- e. Potong papan *PCB* sesuai kebutuhan, gosok dengan menggunakan amplas halus kemudian dicuci sampai bersih.
- f. Celupkan potongan *PCB* polos ke larutan *Feriklorit* dan di goyang-goyang sekitar 5 – 10 detik sampai permukaannya berubah warna menjadi kecoklatan, segera angkat dan bersihkan dengan menggunakan air bersih.
- g. Letakkan gambar cetakan *layout PCB* pada potongan *PCB* polos, bagian yg ada gambar *layout* menempel pada lapisan tembaga. Letaknya diatur agar sesuai dan seimbang kemudian tahan gambar dengan cara ditutup sebagian alas setrika diatas kertas cetakan kemudian ditekan. Tekankan setrika di bagian tepi kemudian dipress selama 3 detik dan digeser ke ujung seperti menyetrika. Demikian seterusnya sampai merata, akan tampak goresan-goresan sesuai jalur *PCB* di kertas majalah tersebut.
- h. Setelah dianggap cukup merata didinginkan selama 10 menit agar melekat pada lapisan tembaga. Setelah dingin, rendam hasil setrika pada wadah yg diisi air tawar, minimal selama 10 menit.
- i. Gosok kertas majalah di bagian sudut perlahan menggunakan ujung jari sampai semua kertas terkelupas dan gambar cetakan *layout PCB* tampak menempel pada lapisan tembaga.
- j. Periksa keutuhan lapisan gambar *layout PCB* seandainya ada yang terkelupas silahkan diperbaiki menggunakan spidol permanen.
- k. Celupkan ke dalam larutan *Feriklorit* kemudian digerak-gerakkan sampai seluruh lapisan tembaga yang tidak tertutup gambar *layout* menjadi larut.

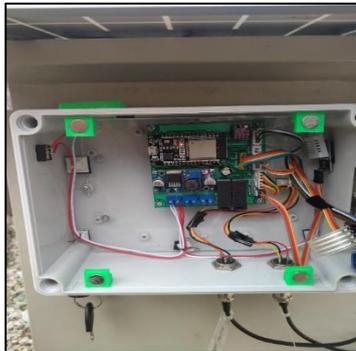


Gambar 4.2. *Layout PCB*

- I. Untuk menghilangkan lapisan gambar *layout* dan tinta spidol silahkan gosok kembali menggunakan sabut *stainless* secara merata sampai lapisan tembaga bersih mengkilap kembali, kemudian disiram dengan air. Terakhir tuangkan sedikit cuka dan digosok rata ke seluruh permukaan *PCB*, untuk menetralkan lapisan tembaga tidak cepat teroksidasi dan berubah menjadi coklat kembali. Kemudian cuci bersih dan keringkan *PCB*.

4. Pemasangan Komponen ke dalam *PCB*

Setelah *PCB* siap, komponen-komponen elektronika yang dibutuhkan dapat dipasang dengan teknik disolder. Sebelum komponen tersebut di pasang tentunya sudah diuji kelaikannya.



Gambar 4.3. *PCB* dan komponen-komponen pendukung

Setelah *PCB* siap, tahap berikutnya adalah merangkai dengan sensor yang digunakan. Pada proses ini dilaksanakan dengan menyambungkan *PCB* yang sudah siap dengan sensor sensor cuaca dengan menggunakan kabel *LAN* (*local area network*).

5. Pemrograman Alat

Pemrograman alat dengan menggunakan *software Arduino IDE*. *software* tersebut bersifat *open source* sehingga dapat digunakan secara bebas. Penulisan program sesuai kaidah bahasa program c sehingga alat dapat berjalan sesuai sistem kerja yang telah dirancang dan menghasilkan data yang diharapkan.

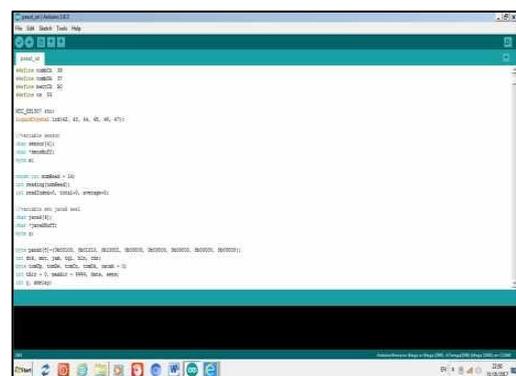
Pemrograman *prototype* ini menggunakan perangkat lunak *Arduino* dengan cara sebagai berikut:

- a. Buka Perangkat *Software Arduino 1.8.3*

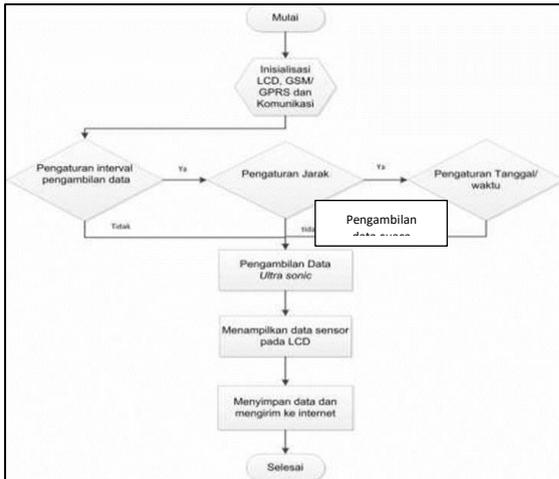


Gambar 4.4 Tampilan *software Arduino 1.8.3*

- b. Setelah *Software Arduino* terbuka hubungkan kabel data dari laptop ke *Hardware ESP-32*.
- c. Setelah semua terhubung pada *software Arduino* klik *tools*, lalu pilih *board* yang kita gunakan dan *port* berapa kabel data terhubung dengan laptop. Jika *Port com* belum dapat ditampilkan maka hubungkan *board Arduino*, tunggu windows untuk melakukan *driver installation*. Jika gagal, buka kembali control panel *windows*, lalu buka *device manager*, *Port (COM & LPT)*, *port "ESP-32 (COMxx)"*, klik kanan dan pilih "*Update Driver software*" option. Lalu pilih *Browse my computer for Driver software* option. Cari *driver* file dengan nama *arduino.inf*, di folder *Driver*. Folder dapat ditemukan ditempat *instal software IDE Arduino*. Kemudian *Windows* akan menyelesaikan instalasi *driver*.
- d. Setelah semua terhubung tulis program agar *prototype* ini dapat bekerja sesuai dengan yang kita inginkan (LAMPIRAN A).



Gambar 4.6. Penulisan program



Gambar 4.7. Skema alur pikir pemrograman

- e. Setelah selesai pemrograman, simpan program tersebut dengan menekan menu *save* pada *software arduino*. Setelah disimpan untuk menjalankan program yang sudah dibuat tekan menu *upload* dengan di *uploadnya* program maka selesai sudah proses pemrograman alat siap di uji coba.

6. Pemasangan Casing

Pembuatan *casing* untuk *PCB* menggunakan bahan akrilik yang dipotong dan dipasang dengan menyesuaikan dengan kondisi dari rangkaian alat dan pemakaian di lapangan. Box panel listrik dengan dimensi 20 x 30 x 40 cm sebagai rumah rangkaian yang ada berupa *PCB*, *controller*, suhu, kelembaban, tekanan udara dan catu daya berupa aki kering sebesar 12 volt 7 ampere.



Gambar 4.8. Control Display Unit

7. Merangkai Alat dengan Catu Daya dan Sumber Catu Daya

Catu daya yang diperlukan dalam rangkaian alat tersebut terdiri dari 1 sumber catu daya. Untuk kebutuhan penggunaan

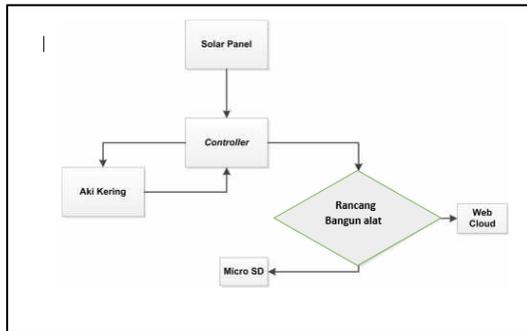
jangka panjang kita rangkai dengan aki yang didukung *solar panel*.

Catu daya yang berupa aki kering dengan daya 12 volt 7 ampere. Aki kering merupakan catu daya yang praktis, tidak memerlukan perawatan rutin dan tidak menimbulkan korosi pada komponen. Selain itu, daya tahan pemakaian tidak jauh berbeda dengan aki basah. Dibutuhkan 7 ampere dengan perhitungan daya:

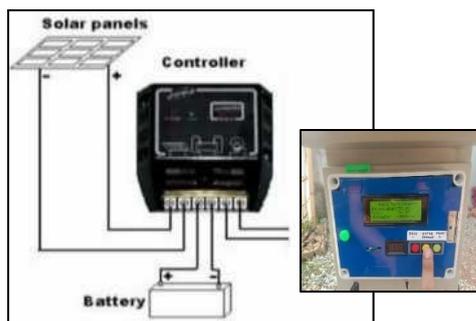
- Power consumption*
Tegangan yang dibutuhkan alat adalah 12 Volt, arus listrik 7 Ampere.
- Energi listrik yang dihasilkan perhari Daya *panel* surya sebesar 20 Watt yang berarti *panel* tersebut akan menghasilkan daya sebesar 20 Watt setiap jam. Jika dalam satu hari efektif di hasilkan selama 4 jam, maka jumlah daya yang dihasilkan sebesar 20 Watt X 4 jam = 80 Watt.
- Kebutuhan daya aki kering untuk menyimpan energi. Aki kering yang digunakan adalah aki yang mempunyai tegangan 12 Volt, dengan besar arus listrik adalah 7 Ampere, dengan perhitungan sebagai berikut : 12 Volt X 7 Ampere = 94 Watt. Dengan adanya controller maka akan menjaga tegangan menjadi 12 Volt + 10 %. Jadi total energi tersimpan 94 Watt + (94 Watt x 10%) = 134 Watt.

Batas minimum pemakaian adalah sebesar 50 %. Total daya yang boleh digunakan dalam aki sebesar 94 Watt X 50 % = 47 Watt. Dengan demikian dapat disimpulkan tanpa ada pasokan dari solar panel, aki akan dapat bertahan selama 134 Watt / 47 Watt = 3 (tiga) hari. Perhitungan penggunaan daya baterai adalah sebagai berikut :

- Power consumption*
 $P : E \times I$ (tegangan aksimal 8,2 volt dan arus listrik 0,18) sehingga daya yang dibutuhkan 8,2 X 0,18 = 1,476 Watt/jam.
- Kekuatan baterai
Baterai dapat menyimpan arus sebesar 8,2 X 4 A = 32,8 Watt. Baterai yang dipakai adalah sebesar 50 % Tahan selama Dengan demikian baterai dapat bertahan selama x 32,8/ 1,476 = 22,2 kurang lebih 22 jam



Gambar 4.9. Alur rangkaian



Gambar 4.10. Skematik rangkaian

8. Memasukkan Memori *Micro SD* dan Modem *GSM*

Untuk menyimpan data hasil akuisisi sebelum ditransmisikan ke *web cloud*, dibutuhkan suatu memori. *Setting* pengambilan data interval 5 detik membutuhkan ruang penyimpanan sebesar 15 KB/hari. Total selama 20 tahun = 15 KB X 360 hari X 20 tahun = 108.000 kb(108 MB).

Kartu *GSM* yang dipakai dalam mendukung komunikasi adalah kartu *GSM* Telkomsel. Perhitungan penggunaan paket data perhari adalah sebesar 15 kb atau 450 kb perbulan. Jadi setiap bulan diperlukan paket data 450 kb. Dengan perbandingan 500 mb seharga Rp.27.000,00 (Rp 54,00/ mb), sehingga dengan besar 450 kb memerlukan biaya sebesar Rp 27.000,00 sebulan.

9. Implementasi

Pinsip kerja pembacaan Rancang bangun alat perekam cuaca dari beberapa sensor terintegrasi yang dipakai untuk melakukan perekaman suhu, tekanan udara, kelembaban, arah dan kecepatan angin di rekam dengan cara otomatis. Kemudian dilihat perbedaan antara data yang terukur oleh alat itu sendiri dan dengan alat kalibrasi pabrik.

Nilai pengukuran yang baik dari kalibrasi ini adalah nilai yang mempunyai selisih atau interval pengukuran yang tidak terlalu jauh dari pengukuran yang dicatat oleh alat kalibrasi.

Dalam Sistem kerja alat, master akan mengaktifkan Sensor cuaca sesuai waktu baca, kemudian sensor akan mengirimkan data cuaca sekitar 14 kali pembacaan yang di rata-rata. Data hasil pembacaan kemudian ditampilkan pada *LCD* dan disimpan pada *Micro SD*. Selain itu data juga dikirimkan ke *website* melalui koneksi *Internet*. Data yang tersimpan pada *micro SD* dapat dibaca dan dihapus melalui koneksi *USB*.



Gambar 4.11. Pengambilan data

Pengukuran dimulai selama 1 jam dengan interval 5 detik, dan alat di setting dengan tinggi 3 m.

10. Pengujian Alat

Pengujian dilaksanakan di Pushidrosal (Laboratorium Meteorologi) pada tanggal 24 November sampai dengan 27 November 2020 pada posisi $06^{\circ}07,108'$ dan $106^{\circ}49,741'$ dengan Interval 15 menit selama 3 hari. Hal ini bertujuan menguji ketahanan alat dan untuk mendapatkan data cuaca.

Kegiatan dimulai dengan instalasi peralatan mulai dari pemasangan alat. *Download* data dilaksanakan dengan metode pengambilan data yaitu secara manual dengan menggunakan *Micro SD* (lihat LAMPIRAN C). Selama proses pengambilan data kita dapat mengetahui data cuaca dengan menggunakan *Internet Of Things (Things board)* dan *memory sd*. (lihat lampiran C).

11. Perhitungan Regresi Linier dan Korelasi

Metode tangan bebas merupakan metoda kira-kira yang menggunakan diagram pencar berdasarkan hasil pengamatan. Jika fenomena meliputi sebuah variabel bebas X serta variabel tak bebas Y, maka data yang didapat digambarkan pada diagram dengan sumbu datar menyatakan X dan sumbu tegak dinyatakan Y. Titik-titik yang ditentukan oleh absis X dan koordinat Y digambarkan dan terjadilah sebuah diagram pencar. Dengan memperhatikan titik-titik pada diagram, bentuk regresi dapat diperkirakan. Jika letak titik-titik itu sekitaran garis lurus, maka cukup beralasan untuk menduga regresi linier. Jika letak titik-titik sekitaran garis lengkung, wajarlah menduga regresi nonlinier (Sujana, 1989). Contoh regresi linier (Rumus ini disebut juga dengan *Pearson Product Moment*)

1) Korelasi dan regresi linier data pabrikan dengan *prototype*

$$R = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$Y = a + bx$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x)}{n}$$

2) Korelasi dan regresi linier pabrikan dengan *prototype*

$$R = \frac{n \sum yz - (\sum y)(\sum z)}{\sqrt{\{n \sum y^2 - (\sum y)^2\} \{n \sum z^2 - (\sum z)^2\}}}$$

$$Y = a + bx$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum z - b(\sum y)}{n}$$

3) Korelasi dan regresi linier pabrikan dengan *prototype*

$$R = \frac{n \sum xz - (\sum x)(\sum z)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum z^2 - (\sum z)^2\}}}$$

$$Y = a + bx$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum z - b(\sum x)}{n}$$

Korelasi dalam regresi linier apabila garis regresi yang terbaik untuk sekumpulan data berbentuk linier, maka derajat hubungannya akan dinyatakan dengan R dan biasanya dinamakan koefisien korelasi, sedangkan R^2 dinamakan koefisien determinasi atau koefisien penentu. Koefisien korelasi didapat hubungan $-1 \leq R \leq +1$. Harga $r = -1$ menyatakan bahwa ada hubungan linier sempurna tak langsung antara X dan Y. Ini berarti bahwa titik-titik yang ditentukan (X_i, Y_i) seluruhnya terletak pada garis regresi linier dan harga X yang besar menyebabkan atau berpasangan dengan Y yang kecil kemudian harga X yang kecil berpasangan dengan Y yang besar. Harga $R = +1$ menyatakan bahwa ada hubungan linier sempurna langsung antara X dan Y. Khusus untuk $R = 0$, maka ini ditafsirkan bahwa tidak mempunyai hubungan linier antara variabel X dan Y. *Root Mean Squared Error* (RMSE) merupakan salah satu cara untuk mengevaluasi model regresi linear dengan mengukur tingkat akurasi hasil perkiraan suatu model. RMSE dihitung dengan mengkuadratkan error (prediksi - observasi) dibagi dengan jumlah data (= rata-rata), lalu diakarkan. RMSE tidak memiliki satuan. Apabila RMSE memiliki nilai lebih kecil, hal ini berarti nilai yang diprediski dekat dengan nilai *observasi* atau yang diamati, dan sebaliknya. Secara matematis, rumusnya ditulis sebagai berikut.

$$RMSE = \left(\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \right)^{1/2}$$

Keterangan:

RMSE = nilai *root mean square error*

y = nilai hasil *observasi*

\hat{y} = nilai hasil prediksi

i = urutan data pada *database*

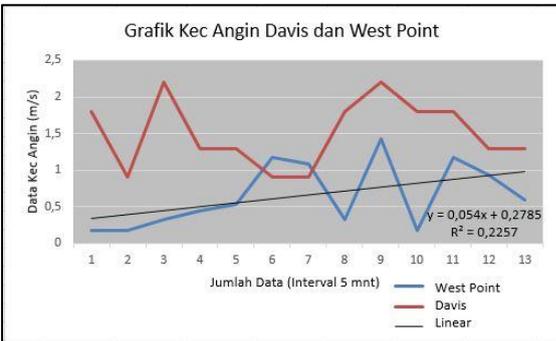
n = jumlah data

Nilai RMSE rendah artinya bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya atau yang diamati. RMSE menghitung seberapa banyak nilai yang berbeda antara kedua alat tersebut. Semakin kecil nilai RMSE, semakin dekat nilai yang diprediski dan diamati.

➤ Pengujian Alat Davis *Ventage VUE 6250*

Tabel 4.2 Data perbandingan hasil perekaman arah dan kecepatan angin

NO	Bulan	Tanggal	Tahun	Jam	Ment	Kelembaban Prototype	Davis	Err	Suhu Prototype	Davis	Err	Tek Udara Prototype	Davis	Err
1	November	20	2020	15	29	76,5	77	0,5	29,7	29,0	-0,3	994	994,8	0,8
2	November	20	2020	15	34	81,3	83	1,7	29	29,0	0,0	994	995,1	1,1
3	November	20	2020	15	39	84,4	86	0,6	28,1	28,0	-0,1	994	995,0	1,0
4	November	20	2020	15	44	87,1	88	0,9	27,5	28,0	-0,5	994	995,3	1,3
5	November	20	2020	15	49	90	90	0	27,1	27,0	-0,1	994	995,5	1,5
6	November	20	2020	15	54	89,7	91	1,3	27,1	27,0	-0,1	994	995,5	1,5
7	November	20	2020	15	59	90,6	91	0,4	26,8	27,0	-0,2	994	995,5	1,5
8	November	20	2020	16	4	90,6	92	1,4	26,9	27,0	-0,1	994	995,4	1,4
9	November	20	2020	16	9	90,2	92	1,8	26,7	27,0	-0,3	994	995,4	1,4
10	November	20	2020	16	14	90,6	92	1,4	26,5	26,0	-0,5	994	995,4	1,4
11	November	20	2020	16	19	91	92	1	26,5	26,0	-0,5	995	995,6	0,6
12	November	20	2020	16	24	90,9	93	2,1	26,4	26,0	-0,4	995	995,6	0,6
13	November	20	2020	16	29	90,7	93	2,3	26,4	26,0	-0,4	995	995,7	0,7
RMSE						1,39298			0,318651			1,203201		

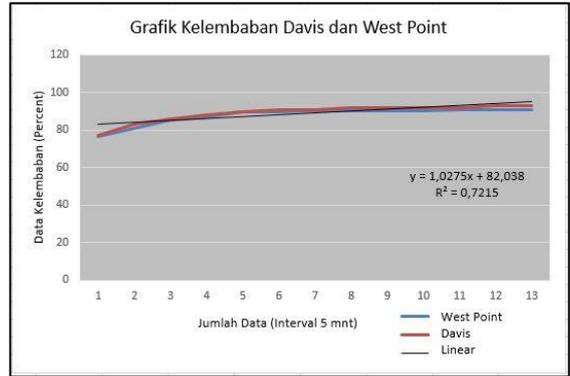


Gambar 4.14. Grafik regresi linier data kecepatan angin *prototype* dengan data kecepatan angin davis

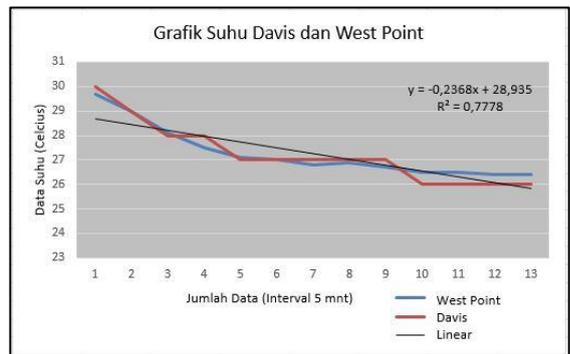
Pengujian data arah dan kecepatan angin dilaksanakan selama jam dengan interval data 5 menit dengan ketinggian alat 3 meter. Data dari pengujian memiliki RMSE sebesar 0,981004 dengan alat pabrikan (Davis). Jika dilihat dari data hasil pengujian alat, nilai kecepatan angin yang dihasilkan oleh *prototype* hampir sama (tidak memiliki perbedaan yang signifikan) dengan kecepatan angin yang dihasilkan oleh davis. Hal ini dikarenakan ukuran *wind cup (anemometer)* yang digunakan berukuran besar (*large*). Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3 Data perbandingan hasil perekaman kelembaban, suhu, dan tekanan udara

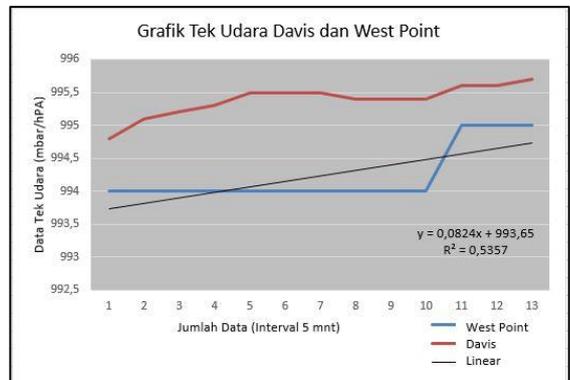
NO	Bulan	Tanggal	Tahun	Jam	Ment	Kelembaban Prototype	Davis	Err	Suhu Prototype	Davis	Err	Tek Udara Prototype	Davis	Err
1	November	20	2020	15	29	76,5	77	0,5	29,7	29,0	-0,3	994	994,8	0,8
2	November	20	2020	15	34	81,3	83	1,7	29	29,0	0,0	994	995,1	1,1
3	November	20	2020	15	39	84,4	86	0,6	28,1	28,0	-0,1	994	995,0	1,0
4	November	20	2020	15	44	87,1	88	0,9	27,5	28,0	-0,5	994	995,3	1,3
5	November	20	2020	15	49	90	90	0	27,1	27,0	-0,1	994	995,5	1,5
6	November	20	2020	15	54	89,7	91	1,3	27,1	27,0	-0,1	994	995,5	1,5
7	November	20	2020	15	59	90,6	91	0,4	26,8	27,0	-0,2	994	995,5	1,5
8	November	20	2020	16	4	90,6	92	1,4	26,9	27,0	-0,1	994	995,4	1,4
9	November	20	2020	16	9	90,2	92	1,8	26,7	27,0	-0,3	994	995,4	1,4
10	November	20	2020	16	14	90,6	92	1,4	26,5	26,0	-0,5	994	995,4	1,4
11	November	20	2020	16	19	91	92	1	26,5	26,0	-0,5	995	995,6	0,6
12	November	20	2020	16	24	90,9	93	2,1	26,4	26,0	-0,4	995	995,6	0,6
13	November	20	2020	16	29	90,7	93	2,3	26,4	26,0	-0,4	995	995,7	0,7
RMSE						1,39298			0,318651			1,203201		



Gambar 4.15. Grafik regresi linier data kelembaban *prototype* dengan data kelembaban davis



Gambar 4.16. Grafik regresi linier data suhu *prototype* dengan data suhu davis



Gambar 4.17. Grafik regresi linier data tekanan udara *prototype* dengan data tekanan udara davis

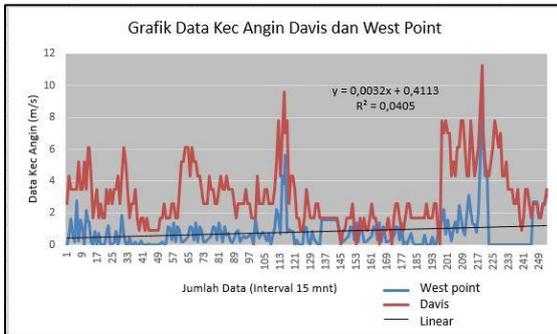
Pengujian data suhu, kelembaban, dan tekanan udara dilaksanakan selama 1 jam dengan interval data 5 menit dan ketinggian alat 3 meter. Data dari pengujian memiliki RMSE kelembaban 1,359298, suhu 0,318651, tek udara 1,203201 dengan alat pabrikan (Davis). Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.4. Berdasarkan tabel tersebut dapat terlihat

bahwa data kelembaban, suhu, dan tekanan udara hampir memiliki nilai yang sama (tidak ada perbedaan yang signifikan).

➤ Pengujian Alat Davis *Ventage PRO 2 PLUS 6163*

Tabel 4.4 Data perbandingan hasil perekaman arah dan kecepatan angin

NO	Bulan	Tanggal	Tahun	Jam	Menit	Arah angin		Kec angin		Err
						Prototype	Davis	Prototype	Davis	
1	November	24	2020	10	0	TG	SE	1.6	1.7	0.1
2	November	24	2020	15	0	BBD	WSW	0.00	1.7	1.7
3	November	24	2020	20	0	T	E	0.00	1.7	1.7
4	November	25	2020	1	0	BBD	WSW	0.17	5.2	-5.03
5	November	25	2020	6	0	BBD	WSW	1.42	3.5	2.08
6	November	25	2020	11	0	B	NNE	0.77	4.3	3.53
7	November	25	2020	16	0	TG	E	0.00	3.5	-3.5
8	November	25	2020	21	0	TG	SE	1.6	1.7	0.1
9	November	26	2020	2	0	BBD	WSW	0.54	2.6	2.06
10	November	26	2020	7	0	BBD	WSW	0.46	2.6	-2.14
11	November	26	2020	12	0	UTL	NNE	1.55	7	5.45
12	November	26	2020	17	0	B	W	4.3	5.2	0.9
13	November	26	2020	22	0	B	W	0.00	1.7	-1.7
14	November	27	2020	1	0	B	W	3.1	3.5	0.4
RMSE										2.8303

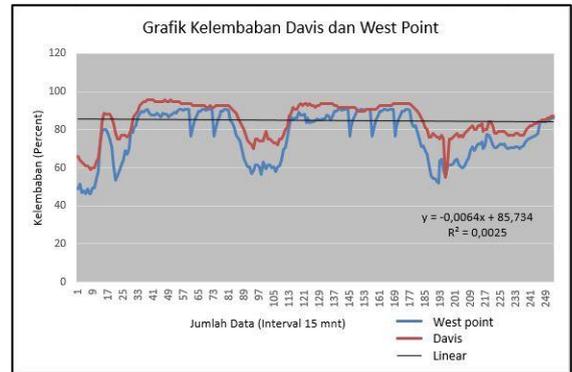


Gambar 4.18. Grafik regresi linier data kecepatan angin *prototype* dengan data kecepatan angin davis

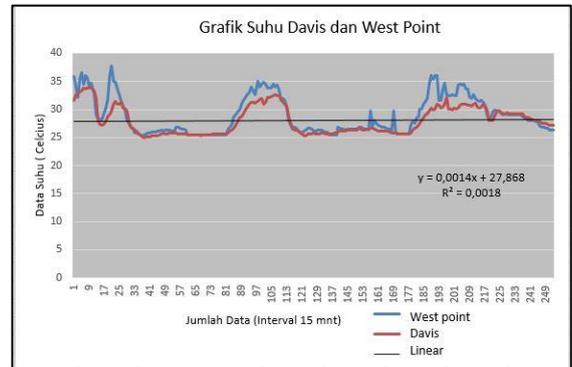
Pengujian data arah dan kecepatan angin dilaksanakan selama 3 hari dengan interval data 15 menit dengan ketinggian alat 3 meter. Data dari pengujian memiliki RMSE sebesar 2,8303 dengan alat pabrikan (Davis). Jika dilihat dari data hasil pengujian alat, nilai kecepatan angin yang dihasilkan oleh *prototype* lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan angin yang dihasilkan oleh davis. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan ukuran *wind cup (anemometer)* yang digunakan. Pada *prototype*, *wind cup* yang digunakan berukuran besar (*large*) sedangkan pada davis *wind cup* yang digunakan berukuran kecil (*small*). Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.5. Data perbandingan hasil perekaman kelembaban, suhu, dan tekanan udara

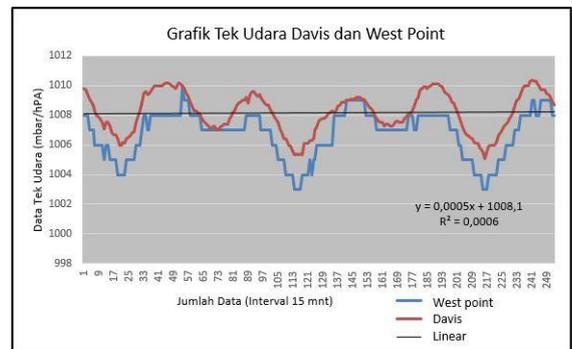
NO	Bulan	Tanggal	Tahun	Jam	Menit	Kelembaban		Suhu		Tek Udara		Err		
						Prototype	Davis	Prototype	Davis	Prototype	Davis			
1	November	24	2020	10	0	48.90	66	17.1	35.90	31.6	4.3	1008	1009.8	1.8
2	November	24	2020	15	0	53.70	78	24.1	32.70	28.7	8.0	1004	1006	2.6
3	November	24	2020	20	0	87.90	96	8.1	25.80	25.2	0.6	1008	1010	2.0
4	November	25	2020	1	0	76.5	94	17.5	25.5	25.5	0.0	1008	1008.1	0.3
5	November	25	2020	6	0	90.2	99	2.8	25.5	25.7	-0.2	1007	1008.2	1.2
6	November	25	2020	11	0	93.60	79	15.4	34.80	36.9	3.9	1007	1008.4	1.4
7	November	25	2020	16	0	88.10	94	5.9	25.90	25.6	0.3	1004	1006.1	2.1
8	November	25	2020	21	0	90.2	92	1.8	26.7	26.1	0.6	1008	1008.9	0.9
9	November	26	2020	2	0	90	99	3	27.1	26.2	0.9	1007	1007.5	0.5
10	November	26	2020	7	0	78.80	98	11.2	28.50	28.8	1.7	1008	1009.7	1.7
11	November	26	2020	12	0	64.10	77	12.9	32.40	30.2	2.2	1007	1008.3	1.3
12	November	26	2020	17	0	72.30	82	9.7	29.50	28.1	1.4	1004	1006	2.0
13	November	26	2020	22	0	75.80	82	6.4	28.10	26.4	-0.3	1009	1010.4	1.4
14	November	27	2020	1	0	96	87	1	26.4	27.1	-0.7	1008	1008.7	0.7
RMSE										5.7343	1.7259	1.5984		



Gambar 4.19. Grafik regresi linier data kelembaban *prototype* dengan data kelembaban davis



Gambar 4.20. Grafik regresi linier suhu *prototype* dengan data suhu davis



Gambar 4.21. Grafik regresi linier data tekanan udara *prototype* dengan data tekanan udara davis

Pengujian data suhu, kelembaban, dan tekanan udara dilaksanakan selama 3 hari dengan interval data 15 menit dan ketinggian alat 3 meter. Data dari pengujian memiliki RMSE kelembaban 9,7143, suhu 1,7219, tek udara 1,5984 dengan alat pabrikan (Davis). Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.4. Berdasarkan tabel tersebut dapat terlihat bahwa data kelembaban yang diperoleh *prototype* nilainya lebih rendah dibandingkan dengan nilai kelembaban yang diperoleh davis. Sedangkan untuk data suhu, nilai yang diperoleh *prototype* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai yang diperoleh davis. Data tekanan udara yang dihasilkan oleh kedua alat tidak mempunyai perbedaan yang signifikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan dan uji coba fRancang Bangun Alat Perekam Data Cuaca di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- A. Alat Perekam Data Cuaca ini mampu bekerja sesuai konsep dan cara kerja sensor-sensor Cuaca.
- B. Telah berhasil dibuat sistem telemetri dan monitoring untuk stasiun cuaca yang menampilkan informasi kecepatan angin, arah angin, suhu, kelembaban, tekanan udara berbasis *internet of things* dengan monitoring web melalui *interface* handphone dan laptop.
- C. Setelah dilaksanakan pengujian alat:
 - 1) Nilai RMSE antara Davis *Ventage VIU* dengan *prototype* dari masing-masing sensor adalah kecepatan angin sebesar 0,981004, kelembaban 1,359298, suhu 0,318651, tek udara 1,203201
 - 2) Nilai RMSE antara Davis *Ventage Pro 2 Plus* dengan *prototype* dari masing-masing sensor adalah kecepatan angin sebesar 2,8303, kelembaban 9,7143, suhu 1,7219, tek udara 1,5984.

RMSE mendekati angka 0 berarti hasil prediksi semakin akurat dan alat dapat digunakan.

2. SARAN

Dari hasil uji coba Rancang Bangun Alat Perekam Data Cuaca diatas dapat disarankan sebagai berikut:

- A. Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk membuat alat menjadi lebih praktis, ringkas dan dimensi yang lebih kecil.
- B. Mohon support dari lembaga agar alat ini bisa digunakan dan dapat di patenkan.
- C. Untuk pengembangan yang lebih lanjut, dapat ditambahkan sensor-sensor Cuaca yang lebih lengkap seperti Sensor Curah Hujan dan Intensitas Cahaya Matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashuri, 2009, *Telemetri* Arah Mata Angin dan Kecepatan Angin Berbasis SMS, Skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Astuti, Mudesti, 2011, *Analisa Sistem telemetri Pada Stasiun Pemantau Otomatis (AWS)* terdapat di <http://library.gunadarma.ac.id/repository/view/18959/analisa-sistem-telemetri-pada-stasiun-pemantau-otomatis-aws.html>
- Anonim, Stasiun Cuaca Otomatis Telemetri/Automatic Weather Station, terdapat di http://balitklimat.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=222:stasiun-cuaca-otomatis-&catid=68:info-teknologi&Itemid=140
- Darmanto Widi, 2008, Pengamatan Unsur-Unsur Cuaca Menggunakan AWS TDL 14 (Studi Kasus Daerah Sangatta Kalimantan Timur). Jakarta: STTAL
- Komarudin, 2011, Pengoperasian, Pengumpulan Dan Pengolahan Data Meteorologi Menggunakan AWS RMYOUNG 26800. Jakarta: STTAL
- Krisnandi, 2011, Perancangan Dan Analisa Output Rangkaian Signal Conditioning

Analog Melalui *Mikrokontroler Atmega 8535* Untuk Stasiun Cuaca

Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 164 Tahun 1960 tanggal 14 Juli 1960 (Keppres RI No. 164/1960)

Meutia, Ernita Dewi., 2017, Dampak Sosial *Internet of Things*, Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2017, hal 102-106, Banda Aceh, 18 - 19 Oktober 2017

Prawiwardoyo, Susilo. 1996. Meteorologi. Bandung : ITB

Robeth VM, Hiskia, 2003, Rancang Bangun *Sistem Signal Conditioning* untuk Pengukuran Sensor Temperatur Berbasis *Mikrokontroler ATMEL89C51*, Pemaparan Hasil Litbang Kedeputian Ilmu Pengetahuan Teknik LIPI, Bandung, pp.B-207-B- 218.

Sujana. (1989). *Metoda Statistika* . Bandung: Transito

Setyasaputra, Nurmajid, 2011, *Desain dan Implementasi stasiun Cuaca Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan RF Module* di Kampus IT Telkom, terdapat di http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?option=com_repository&Itemid=34&task=detail&nim=611080006

Tjasyono Buyung, 2012, Meteorologi Indonesia terdapat di <https://staklimjogja.files.wordpress.com/2017/02/meteo-indonesia-i.pdf>.

U. Munawaroh, A. S. Budi and M. A. Hadi, "Prototype Weather Station Berbasis Komputasi Awan," Universitas Negeri Jakarta, 2017.

Yoo H, Park H, & Jang D. Expert, 2011, *Istilah-istilah yang Dipakai dalam Prakiraan Stasiun Klimatologi Banjarbaru*.

Yasha. (3 Agustus 2018)., *Internet of Things*, Panduan Lengkap. Diperoleh dari: <https://www.dewaweb.com/blog/internet-of-things/>.

Z. H. Salindri, D. and M. A. R, "Rancang Bangun Mini Weather Station Menggunakan Web Berbasis Arduino Atmega 2560," Universitas Diponegoro Semarang. https://id.wikipedia.org/wiki/Pusat_Hidrografi_dan_Oseanografi_Angkatan_Laut.(diakses tanggal 2 Agustus 2020).

<https://apriliaerlita.wordpress.com/2015/11/22/automatic-weather-stations-aws/>.(diakses tanggal 2 Agustus 2020).

<https://www.indotrading.com>.(diakses tanggal 2 Agustus 2020).

<https://www.maxbotic.com>.(diakses tanggal 30 Juli 2020).

<https://www.referensiarduino.wordpress.com>.(diakses tanggal 24 Juli 2020).

<https://www.wikipedia.org.com>.(diakses tanggal 30 Juli 2020).

<https://solarpanelindonesia.wordpress.com>.(diakses tanggal 30 Juli 2020).

<http://homeworkmkl.blogspot.co.id>.(diakses tanggal 19 Agustus 2020).

<https://www.ardutech.com>.(diakses tanggal 20 Agustus 2020).

LAMPIRAN

A. Mendownload pada memori internal (memory Samsung evo)

1. Pastikan power alat berada pada kondisi OFF.
2. Lepas SD Card dari port pada box IoT
3. Pasang SD Card pada Card reader dan koneksikan ke USB Port Laptop/PC.
4. Setelah terkoneksi, pilih data yang akan dicopy dan simpan pada penyimpanan local Laptop.
5. Untuk merubah data txt dalam bentuk Excel lakukan hal berikut:
6. Buka Excel dan pilih menu data
7. Kemudian *import data from Txt* dan pilih data yang hendak di *convert*
8. Pilih pilihan coma agar data tertampil pada excel secara kolom
9. Klik *Enter* dan data terkonversi dalam bentuk *Microsoft Excel*



SD Card

1. Tekan saklar *power* (sisi kiri)
2. Cek Indikator bentuk panel *solarcell* menyala pada monitor *solar charger*
3. Fitur *auto charging* aktif

B. Memonitor melalui Web Monitoring Thingsboard

1. Buka *Web browser*
2. Ketik Url *link* dari *web monitoring AWS*
3. Klik *Enter*, dan data akan otomatis tertampil secara *realtime* pada *web monitoring thingsboard*.
4. Untuk masuk sebagai admin maka masuk ke *web thingboard*
5. Pilih *trial demo*
6. Masukkan alamat *email* dan *password*
7. Pilih *dashboard*, dan klik *monitoring AWS*
8. Data akan tertampil dan bentuk *virtual view*



Saklar Auto Charging

C. Mengecek daya baterai

- a) Untuk mengecek daya baterai dapat kita cek secara manual melalui monitor LCD *solar Charger* (standar *voltase 8-14 volt*).
- b) Pada *voltmeter* display pada box *IoT*, ini digunakan untuk memonitor tegangan yang masuk ke alat berapa voltasenya.



Monitor Daya Baterai

D. Mengaktifkan Fitur *Auto charging solar Cell*

Untuk mengecek daya baterai dapat kita cek secara manual melalui monitor *LCD solar Charger* (standar *voltase 8-14 volt*).

Untuk mengaktifkan fitur *auto charging* dapat dilakukan dengan cara:

E. Login Monitoring ke *Thingboard*

Untuk login ke *web thingboard* dapat dilakukan dengan langkah:

A. Sebagai admin

1. Masuk ke *web browser*
2. Masuk ke *web thingboard*
3. Lakukan login dengan gmail
4. Masukkan akun ***weatherstationprj001@gmail.com***
5. Pwd: *weatherstation001*
6. Masuk ke menu *dashboard*
7. Pilih *weather station* dan klik *view dashboard*

B. Sebagai user/client

Untuk masuk sebagai user maka dapat dilakukan dengan mengklik link berikut:

<https://demo.thingsboard.io:/dashboard/74cb06f0-006d-11eb-87cb-63c0c2facd3b?publicId=470f7510-006e-11eb-87cb-63c0c2facd3b>

atau *short url* berikut:

shorturl.at/gsAEW