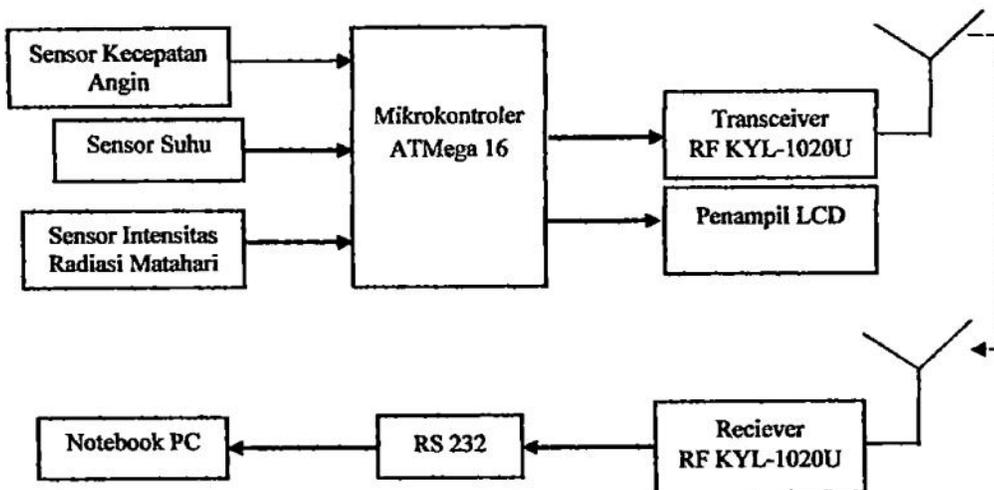


BAB III

PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

3.1 Gambaran Umum Sistem

Berikut adalah skema yang memperlihatkan proses perjalanan data mulai dari sensor hingga ditampilkan pada komputer.



Gambar 3.1 Blok Diagram Alat Weather Station Telemetry

Rancangan alat ini secara garis besar terbagi menjadi dua unit, yaitu unit pengirim dan unit penerima. Unit pengirim terdiri dari sensor optocoupler sebagai penghitung kecepatan angin, sensor LM35 sebagai sensor suhu, sensor LDR sebagai pengukur intensitas radiasi cahaya, mikrokontroler sebagai Unit pengolah atau pengatur data dari sensor, transceiver RF KYL-1020U sebagai pengirim data,

reciever RF KYL-1020U sebagai penerima data, RS232 sebagai komunikasi serial serta komputer sebagai perekam dan penampil data.

Pemilihan sensor yang dapat meminimalis pengeluaran dan memperoleh sensor-sensor yang tepat, maka untuk penelitian ini akan menentukan tingkat keakurasian data dan dapat mengurangi biaya pembuatan alat. Untuk itu dipilih sensor yang cukup murah sebagai alat pengukur unsur-unsur cuaca tersebut.

Transduser pengukur kecepatan angin dibuat dari laker untuk meringankan hambatan putaran serta sensor optocoupler untuk pencacahan putaran baling-baling. Sensor ini terdiri dari LED inframerah sebagai pemancar sinar dan phototransistor sebagai penerimanya. Sinyal keluaran optocoupler berupa pulsa-pulsa tegangan akan distabilkan melalui gerbang not schmitt trigger (74LS14), sehingga keluaran tersangga mencapai level TTL 5V.

LM35 adalah sebuah sensor untuk mengukur suhu relatif yang memiliki output digital dan telah terkalibrasi langsung dalam celcius, memiliki antarmuka 2-wire sehingga akan menghemat port pada mikrokontroler. Sensor LM35 mampu mengukur suhu dengan tingkat keakurasian $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu $+ 25^{\circ}\text{C}$ dengan jangkauan pengukuran dari 55° sampai $+150^{\circ}\text{C}$.

Data digital yang telah diambil oleh sensor akan diproses oleh mikrokontroler kemudian selanjutnya akan dikirimkan melalui gelombang radio. Modul KYL-1020U tersebut dapat mengirimkan dan menerima data serial melalui media udara, dengan kecepatan transfer data hingga 9600 bps. Modul tersebut bekerja dengan catu tegangan antara 3,3sampai 5,5 Volt DC.

Data serial yang akan dipancarkan melalui RF diumpankan ke modul KLY-1020U oleh mikrokontroler secara synchronous serial. Data yang telah diterima oleh modul KYL-1020U pada unit penerima kemudian dikirimkan ke komputer menggunakan rangkaian RS232 dan diterima melalui port USB melalui kabel serial RS-232 to USB converter. Setelah terhubung dengan computer, maka data dapat ditampilkan pada computer.

3.2 Rancangan 1

Rancangan 1 ini berupa perancangan sensor kecepatan angin dan desain wind speed.

3.2.1 Pembuatan Template Cakram Encoder

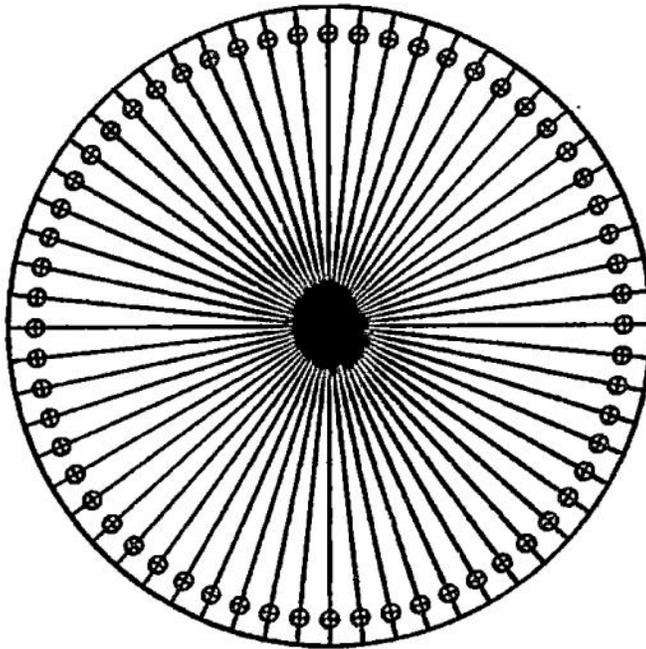
Template yang dimaksud adalah gambar rancangan posisi lubang-lubang cakram encoder. Lubang-lubang yang akan dibuat sebanyak 60 buah, dengan jarak antar lubang 6° didapat dari perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar lubang} &= 360^\circ/\text{jumlah lubang} \\ &= 360^\circ/60 = 6^\circ\end{aligned}$$

Pembuatan template cakram encoder dilakukan dengan bantuan software grafis Corel Draw X3. Meskipun Corel Draw bukan software yang ditujukan untuk menggambar teknik tetapi fasilitas dan fitur-fitur yang ada di dalamnya dapat digunakan untuk menggambar dengan ukuran yang cukup akurat, selain itu Corel Draw sangat mudah digunakan bagi seorang pemula. Fasilitas-fasilitas yang

digunakan antara lain Elipse Tool, Freehand Tool, dan Rotate Transformations. Elipse tool digunakan untuk membuat gambar lingkaran, Freehand Tool digunakan untuk menggambar garis sedangkan Rotate Transformations digunakan untuk memutar objek sebesar n derajat.

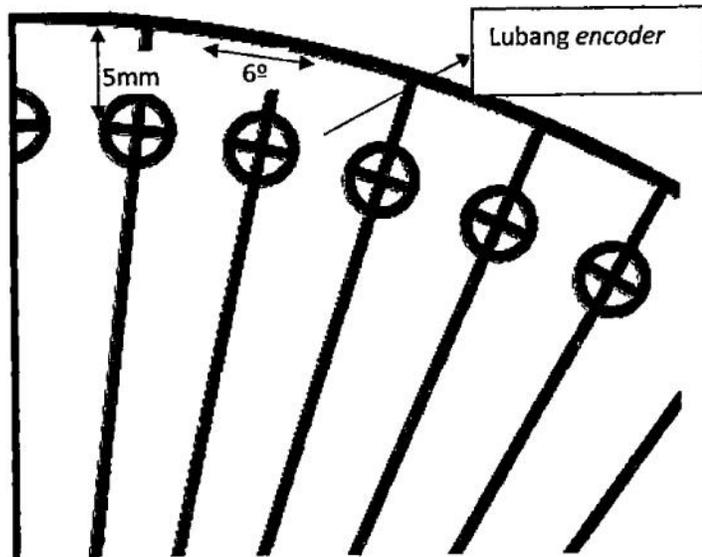
Berikut adalah gambar template yang dihasilkan :



Gambar 3.2 Template piringan Encoder pada CD-ROM diameter 8 cm

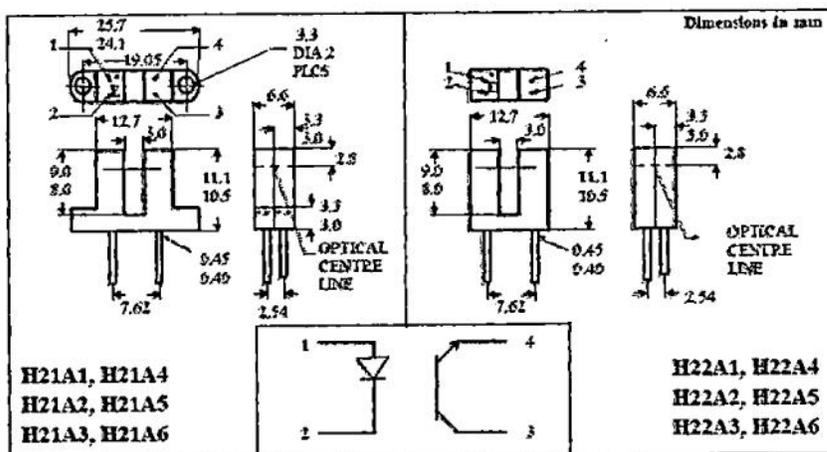
Gambar template cakram di atas berukuran 8cm. Lubang-lubang celah cahaya dibuat sebesar 3mm dengan mempertimbangkan lubang cahaya optocoupler H21A2 yang sebesar 1mm dan juga ketersediaan mata bor untuk melubangi cakram tersebut. Keterangan lebih detail tentang spesifikasi dapat dilihat pada gambar berikut

:



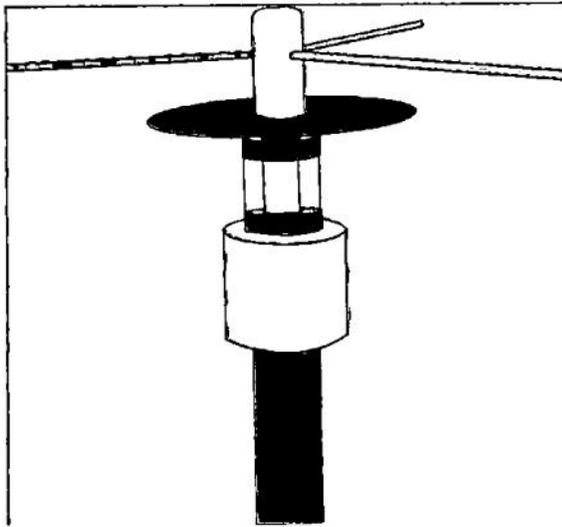
Gambar 3.3 Detail Spesifikasi Cakram Encoder

Jarak antara tepi cakram dan pusat lubang celah cahaya adalah 5mm. Hal ini ditentukan setelah melihat ukuran dimensi dari photointerrupter H21A2 pada datasheet. Menurut datasheet slot photointerrupter H21A2 memiliki kedalaman sebesar 9mm.

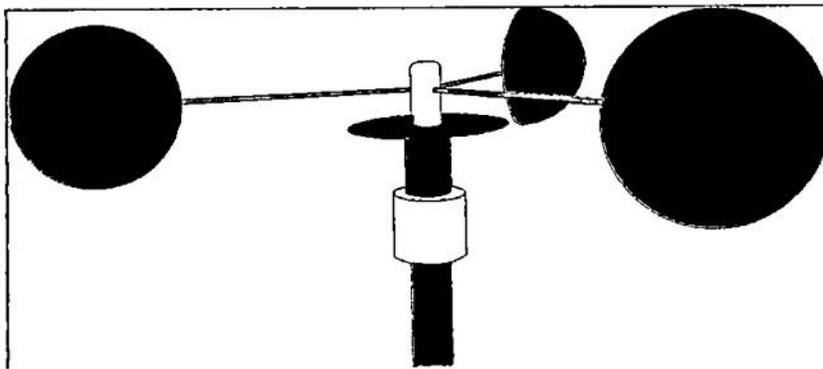


Gambar 3.4 Dimensi H21A2 Photointerrupter

3.2.2 Desain Baling-baling Kecepatan Angin



(a)



(b)

Gambar 3.5 Desain baling-baling kecepatan angin

(a) Desain awal (b) Desain hasil akhir

Keterangan :

- a. 3 buah bola yang dipotong menjadi setengah potongan.
- b. 3 Jari-jari sepeda 2.5 mm.
- c. Nilon
- d. Laker bagian dalam 8 mm dan luar 19 mm.

Mekanik pengukuran kecepatan angin ini berupa baling-baling yang terdiri 3 buah mangkok yang dipasang pada jari-jari yang berpusat pada suatu sumbu vertikal atau semua mangkok tersebut terpasang pada poros vertikal. Seluruh mangkok menghadap ke satu arah melingkar sehingga bila angin bertiup maka rotor berputar pada arah tetap. Kecepatan putar dari rotor tergantung kepada kecepatan tiupan angin.

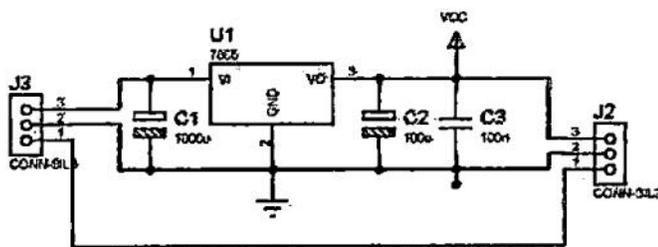
Piringan sensor adalah alat yang digunakan untuk mengindera kecepatan putar baling-baling mangkok. Titik pusat piringan sensor dan titik pusat baling-baling mangkok dihubungkan dengan sebuah poros, sehingga kecepatan putar piringan sensor sama dengan kecepatan putar baling-baling mangkok. Bentuk dari piringan sensor yang dipasang dengan baling-baling diperlihatkan pada Gambar 3.5 diatas.

3.3 Rancangan 2

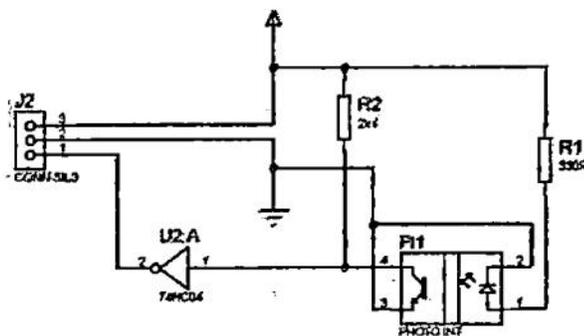
Rancangan ini meliputi perancangan rangkaian sinyal pengkondisi sensor kecepatan angin, sensor suhu, dan sensor intensitas radiasi matahari.

3.3.1 Sinyal Pengkondisi Sensor Kecepatan Angin

Sinyal keluaran photointterupter adalah pulsa-pulsa yang terbentuk akibat adanya cahaya emitter photointterupter yang terpotong akibat lubang-lubang cakram encoder.



(a)

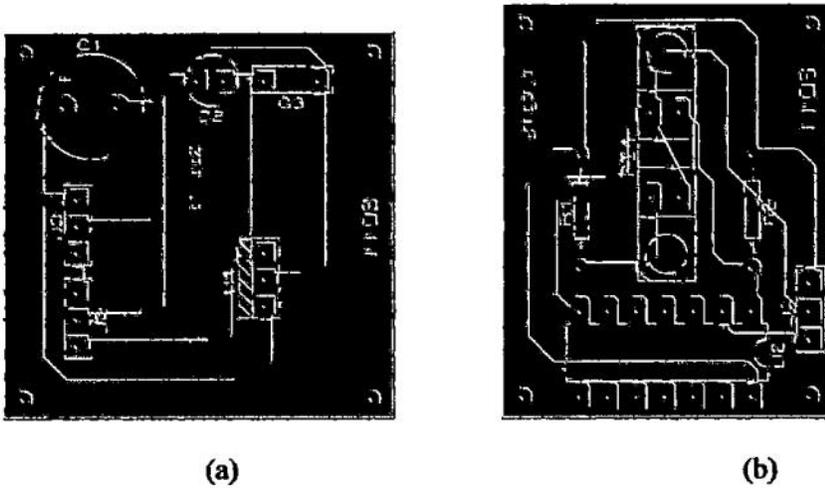


(b)

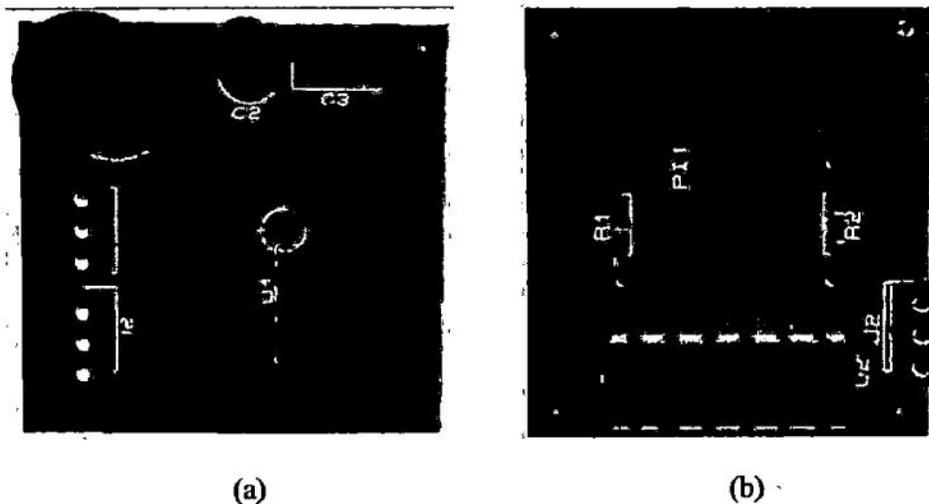
Gambar 3.6 skematik Rangkaian (a) Regulator dan
(b) Sinyal Pengkondisi Optocoupler

Sinyal keluaran PI1 berupa pulsa-pulsa tegangan akan distabilkan melalui gerbang U2 sehingga keluaran tersangga mencapai level TTL 5V. Untuk mencatu U2 dan PI1 digunakan positive voltage regulator 7805 dengan input tegangan 12V

menghasilkan tegangan output 5V. Kapasitor C1 dan C2 digunakan untuk penstabil tegangan. R1 digunakan untuk membatasi arus pada emitter P11 sedangkan R2 sebagai pullup resistor.



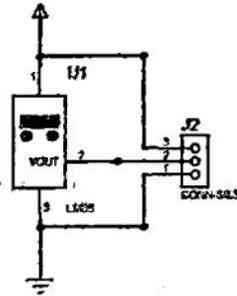
Gambar 3.7 Layout PCB (a) Regulator dan (b) Sinyal Pengkondisi



Gambar 3.8 Tata Letak Komponen dalam Bentuk 3 Dimensi

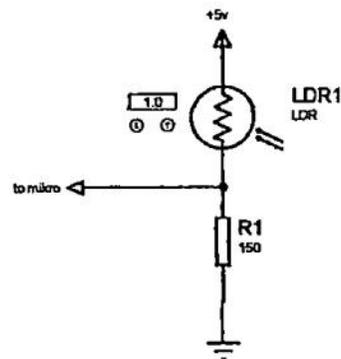
(a) Regulator (b) Sinyal Pengkondisi

3.3.2 Rangkaian Sensor Suhu



Gambar 3.9 Skematik Rangkaian Sensor Suhu

3.3.3 Rangkaian Sensor Intensitas Cahaya



Gambar 3.10 Skematik Rangkaian Sensor LDR

3.4 Perancangan 3

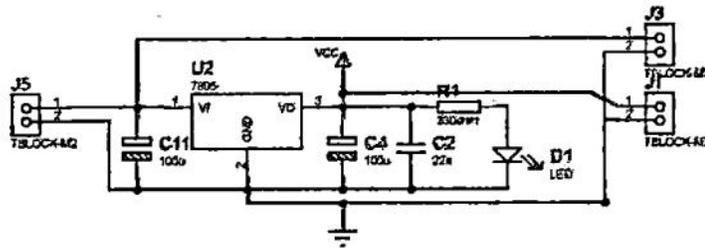
Rancangan 3 ini meliputi perancangan rangkaian kontroler ATMegal6, rangkaian regulator 7805 dan rangkaian pengiriman data serial menggunakan IC max

232. Rangkaian kontroler ini berfungsi untuk mengolah data dari rangkaian Optocoupler, LM35, dan LDR data tersebut diolah oleh fitur ADC dan Interupt yang terdapat pada ATmega16. Hasil dari nilai ADC dan interupt inilah yang nantinya diolah software pada mikrokontroler untuk memberikan output akhir, data output akhir ini akan dikirimkan secara serial ke komputer dengan menggunakan IC max 232 atau menggunakan pengiriman jarak jauh melalui radio frekuensi KYL-1020U.

Langkah-langkah perancangan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Perancangan diagram skematik dengan menggunakan software PROTEUS ISIS
- Perancangan layout PCB dengan menggunakan software PROTEUS ARES

Dan perancangan rangkaian mikrokontroler adalah sebagai berikut :



(b)

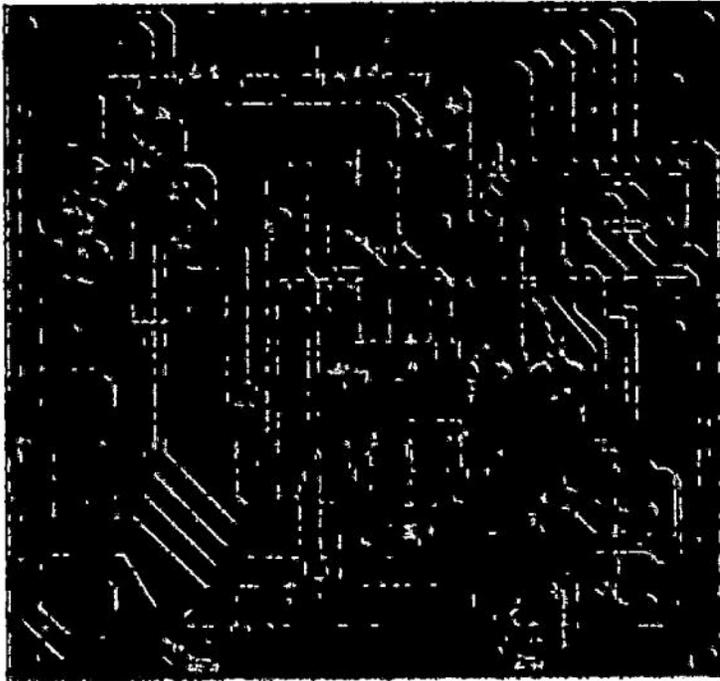
Gambar 3.11 (a) Skematik Rangkaian Kontroler (b) Skematik Rangkaian Regulator

Komponen utama dari rangkaian kontroler di atas adalah ATmega16 yang akan menerima data dari output sensor LM35, Sinyal pengkondisi Optocoupler, dan LDR. Ketiga sensor tersebut terhubung pada salah satu port ADC0, ADC1 dan INT2. Port C digunakan sebagai jalur data untuk penampil pada LCD. X-tal yang digunakan adalah x-tal 11.0592 MHz sehingga error dalam jalur komunikasi USART dapat mencapai 0%.

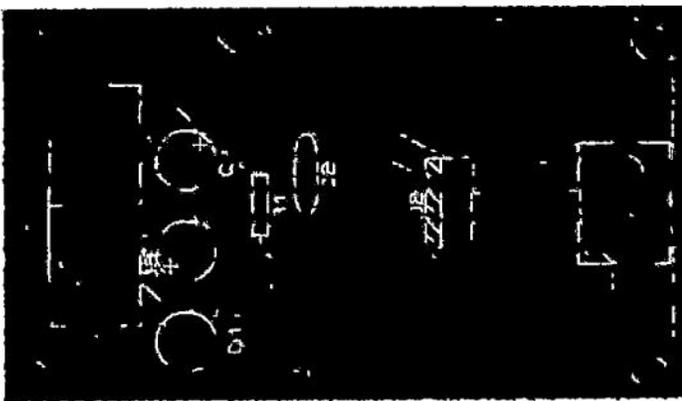
Keluaran mikrokontroler ini dengan fasilitas USART pada port RXD dan TXD akan dihubungkan dengan perangkat radio frekuensi KYL-1020U untuk mengirimkan data dan diterima oleh perangkat radio frekuensi KYL-1020U dengan IC max 232 menggunakan pin Db9 female guna pengiriman data serial ke komputer. Sehingga keluaran atau display dapat ditampilkan pada komputer.

Dari rangkaian diatas ada beberapa port yang fungsinya berbeda-beda. Pada rangkaian regulator terdapat pin J5 merupakan catu daya utama berupa tegangan DC sebesar 9 volt dari DC adaptor yang masuk ke IC regulator kemudian menghasilkan

tegangan DC output sebesar 5 volt. Tegangan sebesar 5 volt ini nantinya yang digunakan sebagai catu daya mikrokontroler.

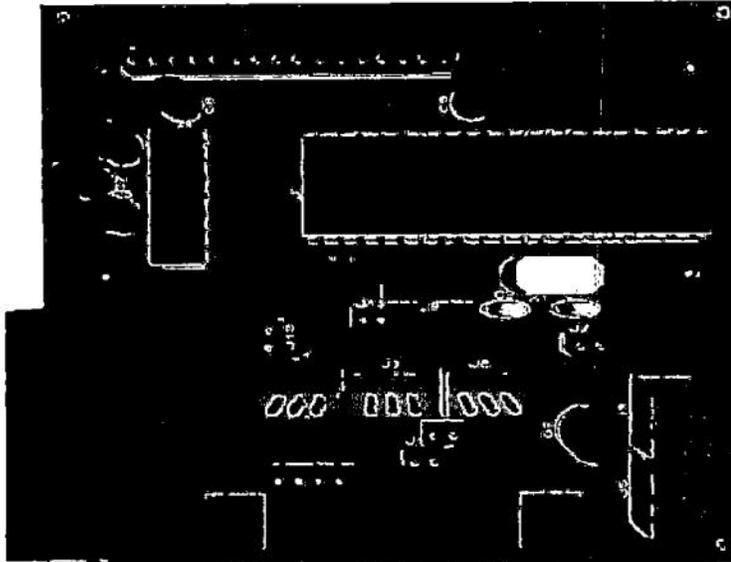


(a)

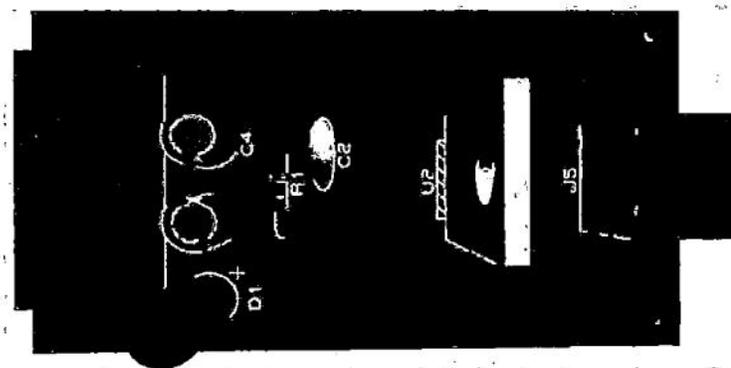


(b)

Gambar 3.12 (a) Layout PCB Kontroler (b) Layout PCB Regulator



(a)

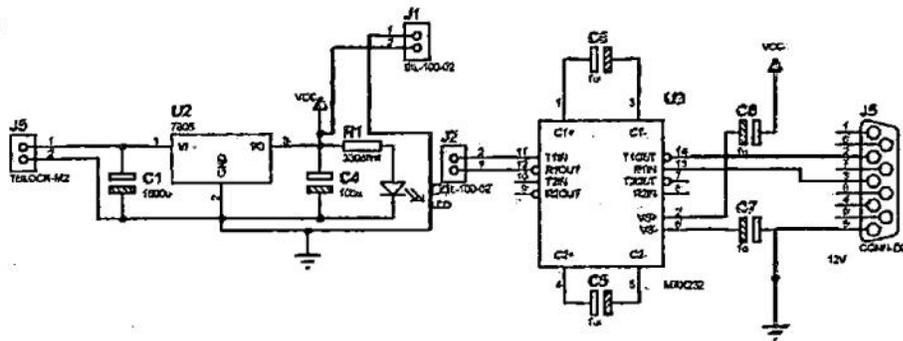


(b)

Gambar 3.13 (a) Rangkaian Kontroler (b) Rangkaian Regulator Dalam Bentuk 3

Dimensi

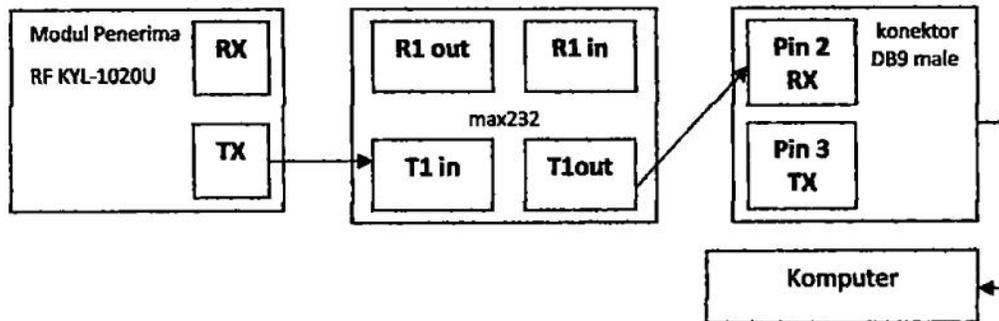
3.5 Perancangan Modul Penerima RF KYL-1020U



Gambar 3.14 Skematik Rangkaian Modul RF KYL-1020U

Pada rangkaian regulator terdapat pin J5 merupakan catu daya utama berupa tegangan DC sebesar 12 volt dari DC adaptor yang masuk ke IC regulator kemudian menghasilkan tegangan DC output sebesar 5 volt. Tegangan sebesar 5 volt ini nantinya yang digunakan sebagai catu daya radio frekuensi KYL-1020U.

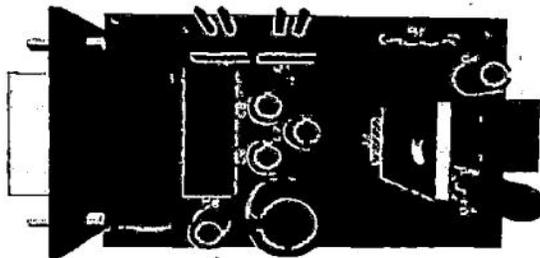
J2 merupakan hubungan TX bagian penerima RF KYL-1020U ke IC max232 bagian T1 IN dan dari T1out masuk kePin2 RX konektor DB9 male maka setelah itu data dapat ditampilkan dikomputer. Jadi fungsi dari IC MAX232 adalah untuk mengubah tegangan dari level TTL ke level RS232, sebab radio yang dipakai menggunakan komunikasi serial pada level TTL sedangkan komputer pada level RS232.



Gambar 3.15 Hubungan Modul RF KYL-1020U dengan komputer



Gambar 3.16 Layout PCB Rangkaian RS232



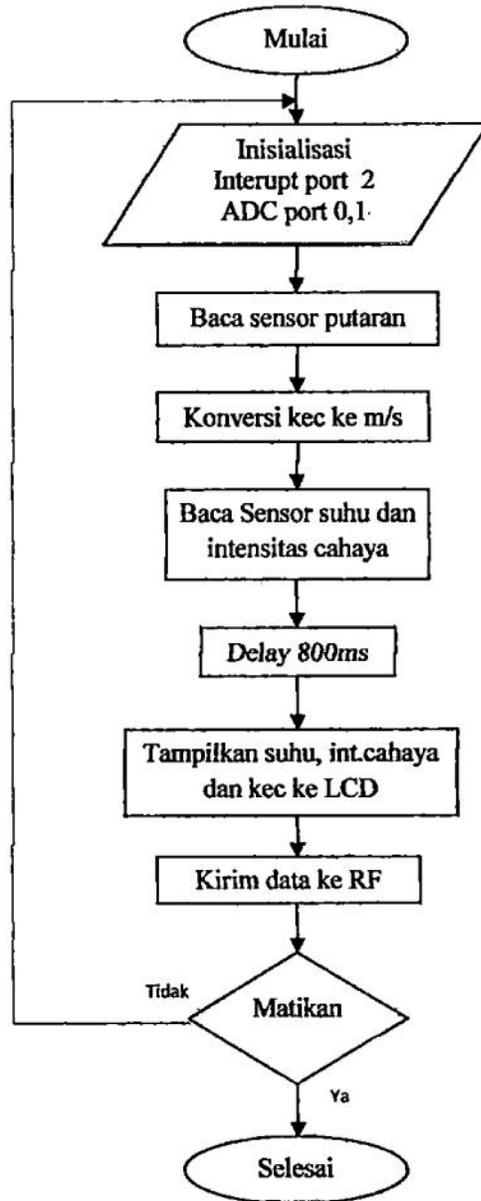
Gambar 3.17 Rangkaian Modul SMS Dalam Bentuk 3 Dimensi

3.6 Perancangan Software

Perancangan software untuk alat pendeteksi banjir lahar dingin ini dibuat dengan software pemrograman CODEVISION AVR menggunakan bahasa C. program yang dibuat ini akan dimasukkan ke dalam memori mikrokontroler yang terdapat pada rangkaian kontroler.

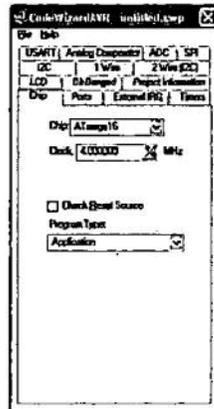
Untuk mengendalikan rangkaian yang berbasis mikrikontroler tentunya membutuhkan perangkat lunak yang terintegrasi dalam chip mikrokontroler tersebut. Sebelum program di download ke mikrokontroler terlebih dahulu program dibuat dalam software pemrograman CodeVision AVR. Setelah melewati pengujian dan program sesuai dengan yang diharapkan, barulah program didownload ke mikrokontroler.

3.6.1 Program



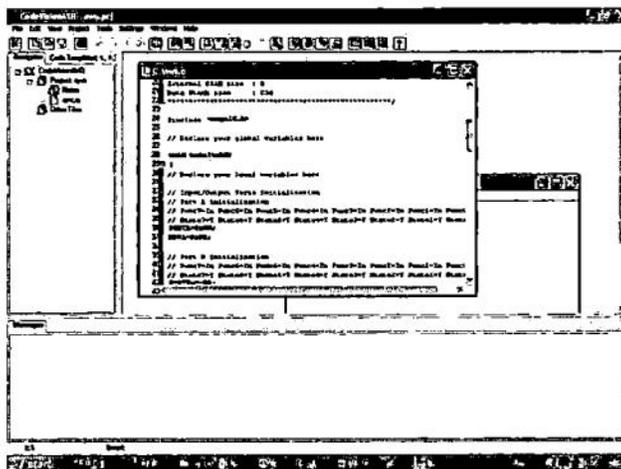
Gambar 3.18 Diagram Alir Program

- 2) Pilih chip yang digunakan yaitu ATmega16 dan clock yang digunakan 4MHz.



Gambar 3.20 Pemilihan Chip dan Kristal yang digunakan

- 3) Setelah konfigurasi chip dan Kristal selesai Klik File- Generate and Save and Exit. Simpan Project pada folder yang telah di tentukan
- 4) Akan dihasilkan tampilan jendela project yang siap untuk dikerjakan



Gambar 3.21 Jendela Project yang siap dikerjakan

3.7 Pembuatan

3.7.1 Pembuatan Baling-baling Kecepatan Angin

Pembuatan ini meliputi realisasi rancangan berdasarkan desain yang telah dirancang sebelumnya. Dimulai dari pengadaan bahan, persiapan alat, dan pengerjaan.

3.7.1.1 Pengadaan Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan pada tahap pembuatan baling-baling adalah sebagai berikut:

- 3 buah bola yang dipotong menjadi setengah potongan.
- 3 Jari-jari sepeda 2.5 mm.
- Nilon
- Laker bagian dalam 8 mm dan luar 19 mm.

3.7.1.2 Persiapan Alat

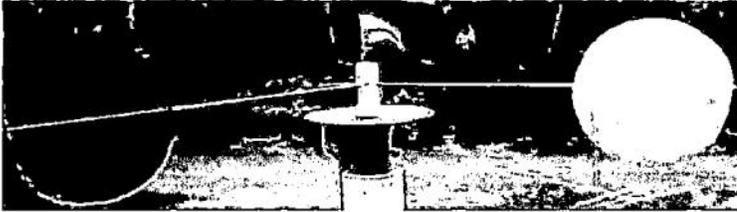
Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan baling-baling ini antara lain:

- Tang potong besar
- Gergaji besi
- Bor dan mata bor
- Kikir

- Gunting
- Obeng
- Penggaris
- Kater

3.7.1.3 Pengerjaan

Mula-mula membelah bola menjadi 2 buah membentuk seperti mangkok dengan menggunakan cutter. Untuk penyangga baling-baling mangkok agar dapat dipasang diporosnya maka membutuhkan 3 jari-jari dengan ukuran dan berat yang sama. Pada alat ini menggunakan jari-jari sepeda 2.5 mm. Untuk poros tengah menggunakan bahan nilon karena bahan ini sangat ringan. Alat kecepatan angin ini membutuhkan bahan yang sangat ringan agar mudah berputar porosnya. Kemudian untuk memutar porosnya agar tidak seret maka dipasang laker dengan ukuran 8mm bagian dalam dan 19mm bagian luar. Bagian luar poros untuk penyangganya dibuat dengan mesin bubut.



Gambar 3.22 Baling-baling keseluruhan

3.7.2 Pembuatan Rangkaian Kontroler, Sinyal Pengkondisi, dan Rangkaian Penerima Radio Frekuensi

Pembuatan ini meliputi realisasi rancangan seluruh rangkaian di atas. Dimulai dari pengadaan bahan, persiapan alat, dan pengerjaan.

3.7.2.1 Pengadaan Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan pada tahap pembuatan adalah sebagai berikut:

- PCB
- Bahan kimia FeCl_3
- Fotokopi Transparansi *Layout* PCB
- Spacer PCB
- *Heatsink*
- Radio Frekuensi KYL-1020U
- Komponen Elektronika yang berupa:
 - Mikrokontroler ATMega16
 - IC 7805

- IC max 232
 - *Xtal* 11.0592 MHz
 - LCD 16 X2 Characte
 - Konektor DB9 male
 - Beberapa komponen pendukung lainnya seperti resistor, kapasitor, diode, LED dan lain-lain
- Kabel

3.7.2.2 Persiapan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan 1 ini antara lain:

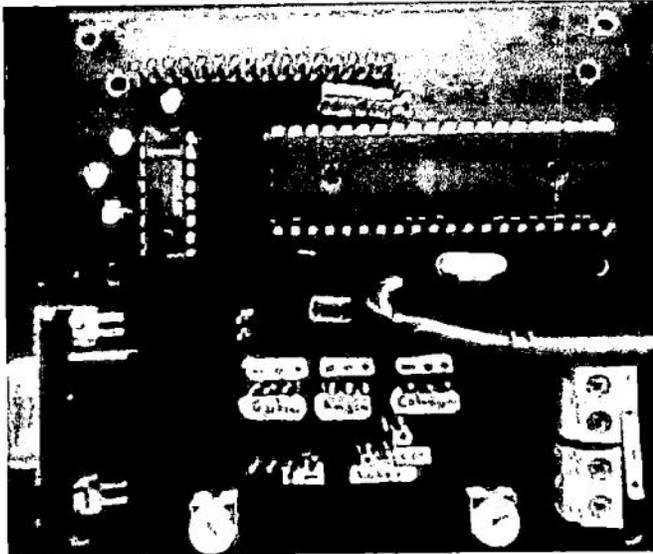
- *Solder dan Tenol (Timah)*
- *Komputer (software Proteus, CodeVision, CorelDraw X5)*
- *USB downloader*
- *Setrika Listrik*
- *Bor Listrik beserta Mata Bor*
- *Cutier*
- *Toolset (obeng, tang, tang potong)*
- *Desoldering Attractor*
- *Adaptor*
- *Mutimeier*
- *Penggaris*

- Gondorukem

3.7.2.3 Pengerjaan

Pengerjaan dimulai dengan pembuatan PCB seluruh rangkaian yang telah dirancang sebelumnya. Teknik pembuatan PCB yang diterapkan adalah teknik *transfer paper*. Teknik *transfer paper* adalah suatu teknik pembuatan PCB yang murah tetapi tidak mengesampingkan kualitas. Mula-mula layout PCB dicetak menggunakan printer. Kemudian *printout* tersebut difotokopi transparansi. Hasil transparansi tersebut dipanaskan dan ditekan pada permukaan PCB menggunakan setrika listrik. Setelah yakin semua tinta berpindah tempat dari transparansi ke PCB, diamkanlah sebentar hingga panas pada permukaan PCB berkurang. Ketika permukaan PCB telah dingin maka lapisan transparansi dapat dilepas secara hati-hati. Selanjutnya PCB dapat dilarutkan dalam larutan FeCl_3 agar jalurnya dapat tercetak. Untuk mempercepat proses pelarutan maka wadah tempat pelarutan dapat digoyang-goyang. Apabila jalur telah tercetak maka tahap selanjutnya adalah pengeboran lubang-lubang komponen dan pembersihan jalur tembaga pada PCB. Langkah berikutnya yaitu memasang komponen sesuai dengan letak yang ditentukan pada PCB.

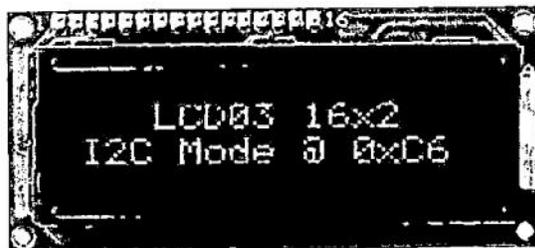
Hasil setelah pemasangan komponen :



Gambar 3.23 Hasil Setelah Pemasangan Komponen

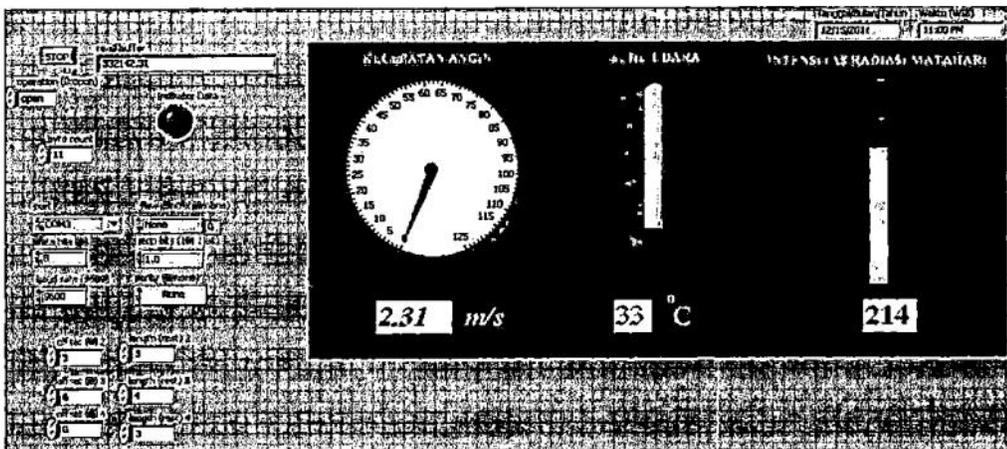
3.8 Penampil (Display)

Ada dua buah penampil yang digunakan pada alat ini yang pertama LCD 16X2 yang terletak pada rangkaian controller seperti yang terlihat pada gambar 3.24 di bawah ini.



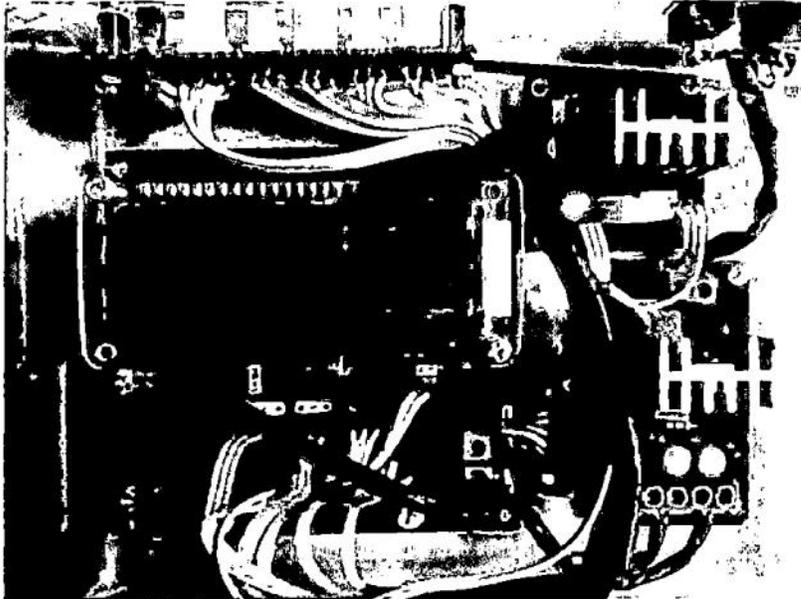
Gambar 3.24 LCD 16X2 Characters

Yang kedua adalah sebuah stasiun pemantau yang berupa komputer, software, printer, keyboard, monitor, dan modul penerima radio frekuensi KYL-1020U. Ada beberapa keuntungan menggunakan komputer untuk mendisplay hasil dari alat pemantau cuaca yang berupa kecepatan angin, suhu, dan intensitas radiasi matahari yaitu nilai-nilai tersebut selain dapat ditampilkan juga dapat disimpan.



Gambar 3.25 Tampilan Pemantau Cuaca

3.9 Spesifikasi Produk Akhir



Gambar 3.26 Alat Secara Keseluruhan

Hasil dari produk akhir yang telah dibuat terdiri dari beberapa bagian sesuai dengan fungsinya masing-masing diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Catu Daya

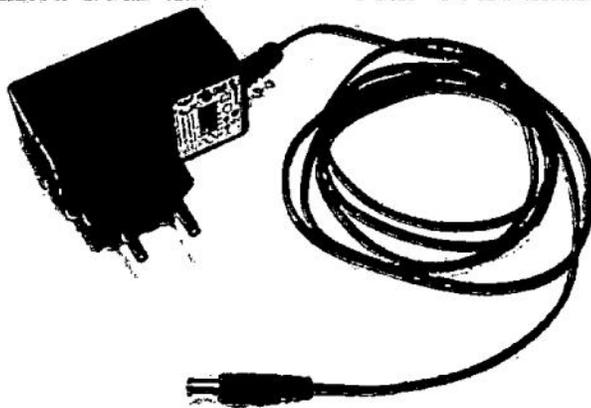
catu daya pada gambar 3.27 berfungsi untuk menyuplai daya pada rangkaian kontroler dan sensor.



Gambar 3.27 Aki Panasonic

Spesifikasi dari catu daya yang digunakan adalah Output berupa tegangan DC sebesar 12 volt, 7.2 Ah.

catu daya pada gambar 3.28 berfungsi untuk menyuplai daya pada rangkaian modul penerima radio frekuensi KYL-1020U.



Gambar 3.28 Adaptor

Spesifikasi dari catu daya yang digunakan adalah

- a. Memiliki input berupa tegangan AC 100-240 volt, 50/60 Hz
- b. Output berupa tegangan DC sebesar 9 volt dengan arus 600mA

Dari spesifikasi di atas catu daya ini cukup untuk menyuplai daya pada rangkaian controller, rangkaian sinyal pengkondisi, serta sensor. Mula-mula tegangan DC 9 volt ini masuk ke IC regulator 7805 untuk diregulasi menjadi tegangan DC 5 volt. Karna semua rangkain yang disuplai bekerja pada tegangan DC 5 volt.

2. Sensor

Sensor disini mempunyai fungsi mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari suatu energi disekitarnya, seperti Optocoupler sebagai sensor kecepatan angin, LM35 sebagai sensor suhu, dan LDR (Light Dependent Resistance) sebagai sensor cahaya.

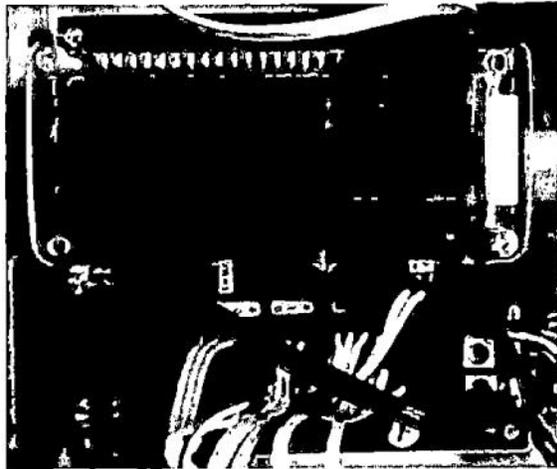


Gambar 3.29 Sensor keseluruhan

3. Rangkaian Kontroller

Rangkaian kontroller ini berbasis mikrokontroller AT Mega 16 yang merupakan rangkaian digital, guna mengubah masukan analog menjadi digital output. Rangkaian ini bertugas mengolah data input dari sensor yang selanjutnya menjadikan output berupa nilai frekuensi dan tegangan ADC (*Analog Digital Converter*). Rangkaian kontroller ini terdiri dari mikrokontroller AT Mega 16 yang di dalamnya didownload program, IC Regulator 7805 yang berfungsi meregulasi tegangan

menjadi 5 volt, ic max 232 dan DB9 yang berfungsi sebagai interface pengiriman data serial, dan LCD sebagai penampil atau display, serta komponen pendukung lainnya.



Gambar 3.30 Rangkaian Kontroller

4. Kabel Converter RS 232 to USB

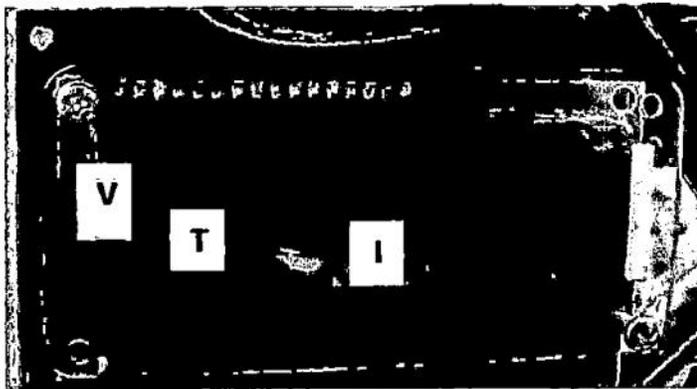
Piranti ini berfungsi sebagai konverter penghubung RS 232 ke USB yang memudahkan hubungan antara mikrokontroller dengan PC atau menghubungkan antara modul KYL-1020U dengan PC dengan melalui rangkaian IC MAX232.



Gambar 3.31 Kabel Converter RS 232 to USB

5. PC atau laptop sebagai penampil

Pada gambar 3.32 di bawah ini merupakan penampil pada LCD yang menampilkan nilai frekuensi dan nilai ADC



Gambar 3.32 Tampilan Nilai Kecepatan Angin, Suhu, dan Intensitas Radiasi

Matahari

Keterangan :

V = nilai kecepatan angin

T = nilai suhu

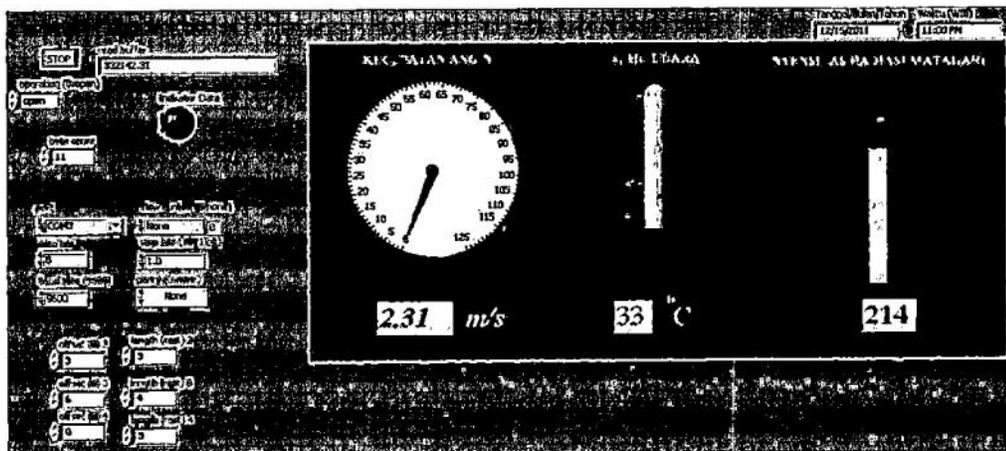
I = nilai ADC Intensitas Radiasi Matahari

Pada gambar 3.33 di bawah ini merupakan penampil pada *PC* yang menampilkan nilai kecepatan angin, suhu, dan nilai ADC Intensitas Radiasi Matahari.

Untuk penampilnya menggunakan software Labview. Labview menggunakan pemrograman aliran data (dataflow), dimana alirandata dari node pada blok diagram akan menentukan perintah eksekusi berdasarkan VIs. VIs atau virtual instrument adalah program LabVIEW yang menirukan instrument sebenarnya dalam bentuk simbol-simbol.

a) Front Panel

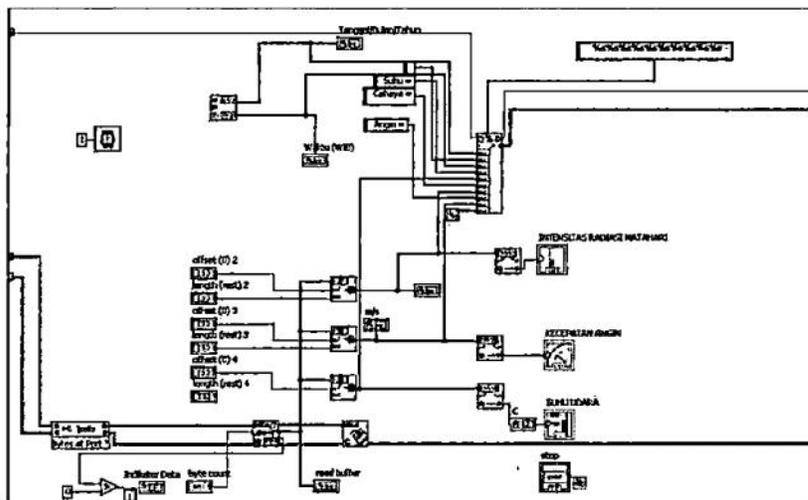
Untuk membuat tampilan digunakan tools dan objek. Tampilan ini dikenaldengan istilah front panel. Front panel umumnya berisikan kontrol dan indicator sebagai masukan dan keluaran interaktif VIs. Kontrol mencakup knob, push button, dan mekanisme masukan lainnya. Sedangkan indikator mencakup led, tank, dan tampilan keluaran lainnya.



Gambar 3.33 Front Panel Tampilan Nilai Kecepatan Angin, Suhu, dan Nilai ADC
Intensitas Radiasi Matahari

b) Block Diagram

Block diagram adalah jendela tempat menuliskan perintah dan fungsi, berisikan source code berupa simbol-simbol, node dan garis sebagai data flow untuk mengeksekusi program, termasuk kode dari front panel



Gambar 3.34 Diagram Block

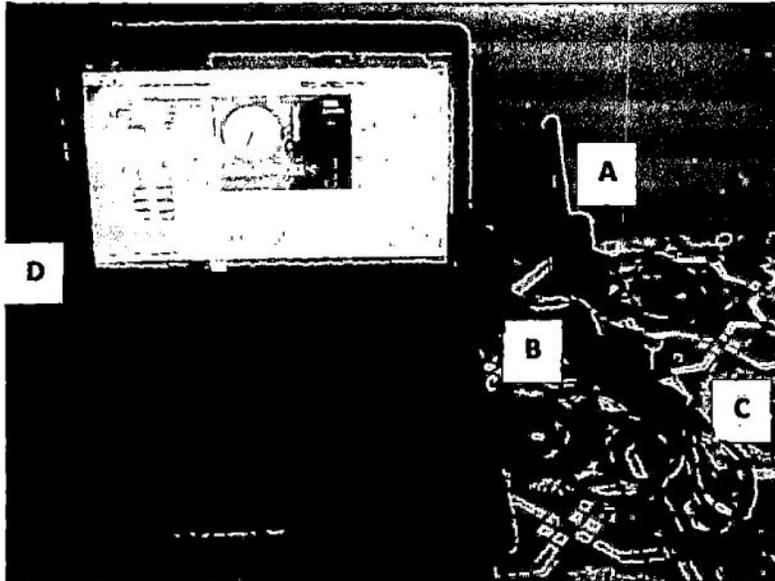
c) Tipe Data

Dalam membuat suatu aplikasi VIs, harus diperhatikan tipe data tiap simbol agar data flow dapat berjalan tanpa kesalahan. Tipe data dari sebuah simbol

dapat diketahui dari warna node atau warna kabel (wire) ketika dihubungkan ke symbol lainnya.

Tabel 3.1. Tipe Data dari Pemrograman LabVIEW

Tipe Data	Warna Node / Wire	Keterangan
Floating point	Oranye	Float, double, precision
Integer	Biru	Byte, word, long, unsigned
Time stamp	Coklat tua	Indikasi waktu (ddmmyy)
Boolean	Hijau muda	True, false
String	Merah Muda	Teks
Dynamic data	Biru	Sinyal dinamis
Waveform	- Oranye tebal - Hijau muda tebal	- Gelombang kontinyu - Gelombang digital
Path	Hijau tua	Direktori
Array, Cluster	Tergantung elemen	Kumpulan data



Gambar 3.35 Rangkaian Penerima Radio Frekuensi Modul KYL-1020U

Rangkaian ini berfungsi sebagai modul penerima data yang akan dipantau melalui komputer.

Keterangan :

A = Modul penerima radio frekuensi KYL-1020U

B = Rangkaian IC MAX232

C = Kabel serial RS232 to USB

D = PC atau laptop

3.10 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mencoba program menggunakan software Proteus ISIS.
- Jika ada yang error diperbaiki dalam lembar kerja project
- Mendownload program ke mikrokontroller.

3.10.1 Pengujian RPM

Pengujian frekuensi dilakukan dengan menggunakan sumber sinyal *function generator*. *Function generator* akan menghasilkan frekuensi yang nantinya akan dihubungkan ke rangkaian kontroller untuk membaca frekuensi yang diberikan. Pengujian diterapkan dengan menghubungkan input rangkaian kontroler ke sinyal output dari *function generator* kemudian mengamati nilai yang tampil pada peraga LCD dan dibandingkan dengan frekuensi pada *function generator*. Berikut adalah data hasil pengamatan pengujian dengan *function generator*

Tabel 3.2 Pengujian RPM meter Dengan menggunakan Function Generator

Freq FG Hz	Nilai Terbaca di Alat RPM
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21

22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44

45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67

68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91

92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100
200	200
300	300
400	400
500	500
600	600
700	700
800	800
900	900
1000	1000
1100	1100
1200	1200
1300	1300
1400	1400
1500	1500
1600	1600

1700	1700
1800	1800
1900	1900
2000	2000
3000	3000
4000	4000
5000	5000
6000	6000
7000	7000
8000	8000
9000	9000
10000	10001
20000	20001
30000	30001
40000	40001
42100	42102
42300	42202
42500	42502
42700	error

Dari data tabel 3.1 di atas dapat terlihat hasil pembacaan RPM meter terhadap sinyal keluaran *function generator*. Pada frekuensi 1Hz sampai dengan 9000Hz, alat dapat membaca frekuensi sinyal dengan baik. Hal ini terlihat nilai terbaca pada alat sama dengan nilai frekuensi pada *function generator*. Pada pengukuran 10000Hz hingga 42500Hz terjadi error sebesar 0,02%. Plus menandakan nilai terbaca pada alat lebih besar dari nilai sumber sinyal. Berikut perhitungan nilai error pada pengukuran 42500Hz.

$$\%error = \left| \frac{N - M}{M} \times 100\% \right| = \left| \frac{42502 - 42500}{42500} \times 100\% \right| = 0,004\%$$

keterangan :

M = nilai pada sumber sinyal

N = nilai tertampil pada alat

Kesalahan pembacaan terjadi frekuensi 42700Hz. Hal ini dapat terjadi karena tipe data yang digunakan pada variabel untuk menyimpan data pembacaan pada alat adalah *unsigned integer* yang memiliki jangkauan nilai dibawah 42700. Wajar jika pada frekuensi tersebut terjadi kesalahan pembacaan, karena nilai 42700Hz sudah melebihi jangkauan nilai *unsigned integer* tersebut. Yang kedua clock persecond pada mode interrupt yang terbatas. Hal ini tidak menjadi masalah karena RPM meter akan diaplikasikan untuk pembacaan RPM rendah saja.

3.10.2 Pengujian nilai ADC (Analog to Digital Converter)

Pengujian nilai ADC ini adalah pengujian nilai ADC 8 bit, ini ditentukan pada saat pembuatan program, yaitu 0 – 255 yang merepresentasikan tegangan 0 – 5 volt. Pengujian diterapkan dengan menghubungkan nilai tegangan pada power supply DC ke input rangkaian kontroler kemudian mengamati nilai yang tampil pada peraga LCD dan dibandingkan dengan perhitungan rumus.

$$ADC = \frac{Vin \cdot 255}{Vref}$$

Dimana Vin = tegangan masukan analog pada kanal ADC yang aktif

$Vref$ = tegangan referensi yang dipilih (5 volt)

Berikut adalah gambar dan data hasil pengamatan pengujian ADC menggunakan Power Supply DC.

Tabel 3.3 Pengujian ADC

Power Supply DC Vin (volt)	Nilai ADC Terukur	Nilai ADC Terhitung	Error %
0	0	0	0
0.5	25	25.5	1.96
1	51	51	0
1.5	76	76.5	0.65
2	103	102	0.98
2.5	128	127.5	0.39
3	154	153	0.65
3.5	179	178.5	0.28
4	206	204	0.98
4.5	231	229.5	0.65
5	255	255	0

Untuk menghitung nilai error yaitu selisih antara nilai terukur dan nilai terhitung maka dapat dihitung dengan persamaan :

$$\%error = \left| \frac{terukur - terhitung}{terhitung} \times 100\% \right|$$

$$\%error = \left| \frac{25 - 25.5}{25.5} \times 100\% \right| = 1.96\%$$

$$\%error = \left| \frac{51 - 51}{51} \times 100\% \right| = 0\%$$

$$\%error = \left| \frac{76 - 76.5}{76.5} \times 100\% \right| = 0.65\%$$

$$\%error = \left| \frac{103 - 102}{102} \times 100\% \right| = 0.98\%$$

$$\%error = \left| \frac{128 - 127.5}{127.5} \times 100\% \right| = 0.39\%$$

$$\%error = \left| \frac{154 - 153}{153} \times 100\% \right| = 0.65\%$$

$$\%error = \left| \frac{179 - 178.5}{178.5} \times 100\% \right| = 0.28\%$$

$$\%error = \left| \frac{206 - 204}{204} \times 100\% \right| = 0.98\%$$

$$\%error = \left| \frac{231 - 229.5}{229.5} \times 100\% \right| = 0.65\%$$

$$\%error = \left| \frac{255 - 225}{225} \times 100\% \right| = 0\%$$

Dari data tabel dapat diketahui besarnya rata-rata persentasi kesalahan error pengukuran alat yang dirancang, didapat dengan persamaan berikut:

$$\%reratakesalahan = \frac{\sum \%kesalahan}{\sum pengukuran} = \frac{6.54}{11} = 0.59\%$$

Dengan melihat rerata kesalahan sebesar 0.59% maka alat dapat mengukur nilai ADC dengan baik karena memiliki error kecil. Pengujian ini sekaligus membuktikan bahwa ADC pada rangkaian kontroler bekerja dengan baik.

3.11 Kalibrasi Alat Secara Keseluruhan

Selisih dari kalibrasi alat ini akan didapat error yang nantinya bisa diketahui akurasi dan semua besaran fisis yang berhubungan dengan performa alat. Selain itu, dari error ini dapat dilihat juga performa rangkaian elektronika yang dipakai. Dan selanjutnya dapat dipakai sebagai acuan untuk pengembangan dan perbaikan dari alat tersebut.

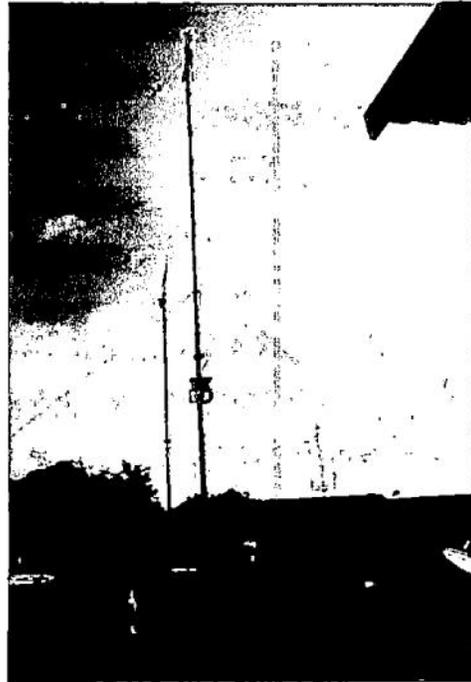
Perancangan Stasiun Pemantau Cuaca Jarak Jauh (Weather Station Telemetry) secara real time dengan komunikasi wireless frekuensi radio (RF) ini, kalibrasinya yaitu proses perbandingan antara besaran terukur pada alat Weather Station Telemetry dengan besaran terukur pada alat AWS (Automatic Weather Station) BMKG (Badan Meteorologi Krimatologi dan Geofisika). Pengkalibrasian alat Weather Station

Telemetry mengacu pada AWS BMKG. Proses pengkalibrasian dilakukan untuk membuktikan nilai besaran yang terukur sesuai dengan yang diharapkan.

Proses ini dimulai dengan melakukan percobaan pengambilan sampel data yang dilaksanakan dikantor BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) pada tanggal 14,15 Desember 2011 pukul 08.00-16.00 WIB dengan pencatatan untuk setiap 1 jam. Pada tanggal 21 Desember 2011 pukul 11.00-13.00 dengan pencatatan untuk setiap 10 menit. Alat rancangan Weather Station Telemetry dioperasikan pada area BMKG, diletakkan dengan radius 2 meter dari posisi AWS BMKG dan baling-balingnya dipasang dengan ketinggian 3,5 meter dari permukaan tanah. Penempatan sensor alat rancangan Weather Station Telemetry dan sensor AWS BMKG dapat dilihat pada gambar.



(a)



(b)

Gambar 3.36 (a) Alat WST dan (b) Alat BMKG

Hasil pengamatan dan pencatatan percobaan pengambilan sample data akan dibandingkan dengan data yang tercatat pada sensor AWS milik BMKG. Berikut Tabel hasil pengamatan dan pencatatan Kecepatan Angin, Suhu, dan Intensitas Radiasi Matahari dari Alat WST (Weather Station Telemetry) dan AWS (Automatic Weather Station) BMKG.

Tabel 3.4 Pengamatan dan Pencatatan Kecepatan Angin

(a) Tanggal 14 Desember 2011

Jam	Kecepatan angin (m/s)		% Kesalahan
	WST	BMKG	
08.00	1.00	1.1	9.09
09.00	1.98	2.0	5.5
10.00	2.32	2.4	3.33
11.00	1.81	1.9	4.73
12.00	2.25	2.3	2.17
13.00	2.84	2.9	2.06
14.00	1.60	1.7	5.88
15.00	1.95	2.0	2.5
16.00	2.13	2.2	3.18

$$\% \text{reratakesalahan} = \frac{\sum \% \text{kesalahan}}{\sum \text{pengukuran}} = \frac{38.44}{9} = 4.27\%$$

(b) Tanggal 15 Desember 2011

Jam	Kecepatan angin (m/s)		% Kesalahan
	WST	BMKG	
08.00	0.97	1.0	3.0
09.00	1.64	1.7	3.52
10.00	1.70	1.8	5.55
11.00	2.31	2.4	3.75
12.00	2.78	2.9	4.13
13.00	1.81	1.9	4.73
14.00	0.68	0.7	2.85
15.00	0.97	1.0	3.0
16.00	0.00	0.0	0

Untuk menghitung nilai error yaitu selisih antara nilai dari WST (Weather Station Telemetry) dan nilai dari BMKG maka dapat dihitung dengan persamaan :

Analisis didapat dari sampel data tanggal 15 Desember 2011

$$\%error = \left| \frac{\text{nilaiWST} - \text{nilaiBMKG}}{\text{nilaiBMKG}} \times 100\% \right|$$

$$\%error = \left| \frac{0.97 - 1.0}{1.0} \times 100\% \right| = 3.0\%$$

$$\%error = \left| \frac{1.64 - 1.7}{1.7} \times 100\% \right| = 3.52\%$$

$$\%error = \left| \frac{1.70 - 1.8}{1.8} \times 100\% \right| = 5.55\%$$

Dari data tabel dapat diketahui besarnya rata-rata persentasi kesalahan error pengukuran alat yang dirancang, didapat dengan persamaan berikut:

$$\%reratakesalahan = \frac{\sum \%kesalahan}{\sum pengukuran} = \frac{30.53}{9} = 3.39\%$$

Berdasarkan hasil perbandingan kecepatan angin pada tabel 3.3b maka dapat dianalisa bahwa semakin kencang tiupan angin yang memutar baling-baling, maka semakin besar pula sinyal keluaran optocoupler tersebut. Kemudian nilai kesalahan yang dihasilkan sangat fluktuatif yaitu %kesalahan tertinggi 5.5% terendah 0%, hal ini disebabkan adanya perbedaan sensor yang digunakan sehingga menghasilkan nilai keluaran yang berbeda pula. Tinggi tiang juga sangat mempengaruhi perputaran baling-baling dari tiupan angin.

Tabel 3.5 Pengamatan dan Pencatatan Suhu

(b) Tanggal 14 Desember 2011

Jam	Temperatur Udara (^o C)		% Kesalahan
	WST	BMKG	
08.00	29	30.4	4.60
09.00	29	30.0	3.33
10.00	31	30.6	1.30
11.00	32	31.1	2.89
12.00	33	31.6	4.43
13.00	32	30.7	4.23
14.00	31	29.9	3.67
15.00	30	29.9	0.33
16.00	28	27.9	0.35

$$\% \text{reratakesalahan} = \frac{\sum \% \text{kesalahan}}{\sum \text{pengukuran}} = \frac{25.13}{9} = 2.79\%$$

(b) Tanggal 15 Desember 2011

Jam	Temperatur Udara (°C)		% Kesalahan
	WST	BMKG	
08.00	29	30.3	4.29
09.00	30	30.5	1.63
10.00	31	31.2	0.64
11.00	33	32.0	3.12
12.00	32	31.0	3.22
13.00	30	29.0	3.44
14.00	28	27.6	1.44
15.00	27	26.7	1.12
16.00	26	25.6	1.56

Untuk menghitung nilai error yaitu selisih antara nilai dari WST (Weather Station Telemetry) dan nilai dari BMKG maka dapat dihitung dengan persamaan :

Analisis didapat dari sampel data tanggal 15 Desember 2011

$$\%error = \left| \frac{\text{nilaiWST} - \text{nilaiBMKG}}{\text{nilaiBMKG}} \times 100\% \right|$$

$$\%error = \left| \frac{29 - 30.3}{30.3} \times 100\% \right| = 4.29\%$$

$$\%error = \left| \frac{30 - 30.5}{30.5} \times 100\% \right| = 1.63\%$$

$$\%error = \left| \frac{32 - 31.2}{31.2} \times 100\% \right| = 2.56\%$$

Dari data tabel dapat diketahui besarnya rata-rata persentasi kesalahan error pengukuran alat yang dirancang, didapat dengan persamaan berikut:

$$\%reratakesalahan = \frac{\sum \%kesalahan}{\sum pengukuran} = \frac{20.46}{9} = 2.27\%$$

Dari data tabel 3.4b bahwa suhu udara mengalami perubahan sesuai dengan tempat dan waktu, hal ini dipengaruhi oleh jumlah radiasi matahari yang diterima. Pada data tabel 3.4b diatas terlihat suhu udara maksimum terjadi pada tengah hari yaitu jam 11.00 dan suhu maksimum terjadi pada jam 16.00 pada waktu lokal.

Berdasarkan perbandingan %kesalahan pada tabel 3.4b bahwa semakin besar nilai yang diukur, maka nilai kesalahan yang diperoleh berubah-ubah atau fluktuatif yaitu %kesalahan tertinggi 4.29% pada suhu 29⁰C dan terendah 0.64% pada suhu 31⁰C. Hal ini disebabkan adanya perbedaan sensitivitas pada sensor.

Tabel 3.6 Pengamatan dan Pencatatan Intensitas Radiasi Matahari

(a) Tanggal 15 Desember 2011

Jam	Intensitas Radiasi Matahari		Koefisien xy	Koefisien x^2	y
	WST	BMKG			
11.00	214	455.05	97380.7	45796	108
13.00	106	201.65	21374.9	11236	180
14.00	19	40.60	771.4	361	962
15.00	7	21.19	148.33	49	354
16.00	2	9.61	19.22	4	101
n = 5	$\sum x = 348$	$\sum y = 728.1$	$\sum xy = 119694.55$	$\sum x^2 = 57446$	1705

Analisis didapat dari sampel data tanggal 15 Desember 2011

Untuk mengetahui sampai dimana batas alat ukur ini, maka penulis menggunakan rumus *regresi linier* untuk mencari tersebut. Rumus *regresi linier* adalah :

$$y = a + (b \cdot x)$$

Kita tahu bahwa rumus *regresi linier* adalah $y = a + (b \cdot x)$, dimana y adalah variabel dependen atau variabel tak bebas sedangkan x adalah variabel independen atau variabel bebas. Y dianggap variabel tak bebas karena nilai variabel y dipengaruhi oleh variabel x dan tidak berlaku sebaliknya. Sedangkan nilai a adalah *intercepta* atau titik potong dan nilai b sebagai *slope*.

Dengan menggunakan rumus *gradient* : $y = a + (b \cdot x)$

Keterangan :

y = pembandingan BMKG

x = Input alat WST

Contoh Perhitungan =

Mencari nilai b :

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

$$b = \frac{5(119694,55) - (348) \cdot (728,1)}{9(348)^2 - (348)^2}$$

$$b = \frac{598472,55 - 253378,8}{1089936 - 121104}$$

$$b = \frac{345093,75}{968832} = 0,356$$

Mencari nilai a:

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

$$a = \frac{728,1 - (0,356)(348)}{5}$$

$$a = \frac{253254,9}{5} = 50650,9$$

Mencari nilai y :

$$y = a + bx$$

$$= 50650,9 + 0,356 \cdot x$$

Untuk menghitung nilai error yaitu selisih antara nilai dari WST (Weather Station Telemetri) dan nilai dari BMKG maka dapat dihitung dengan persamaan :

$$\%error = \left| \frac{\text{nilaiWST} - \text{nilaiBMKG}}{\text{nilaiBMKG}} \times 100\% \right|$$

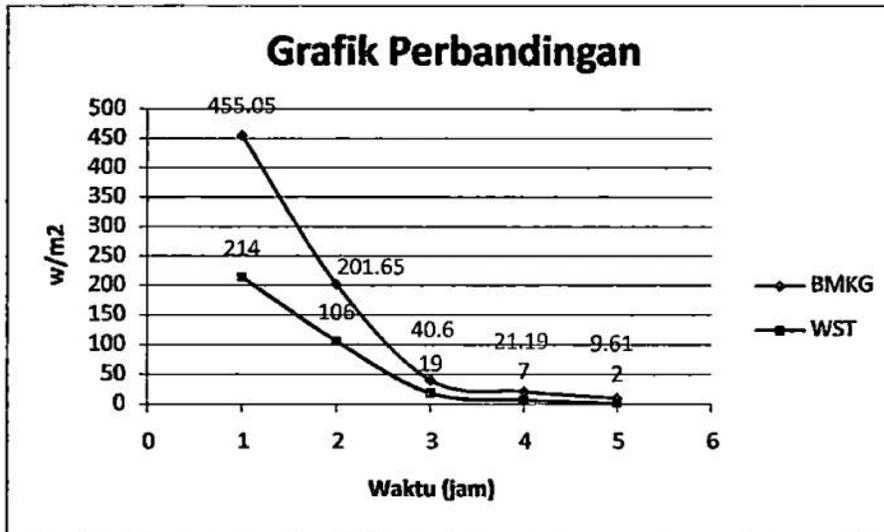
$$\%error = \left| \frac{108 - 455,05}{455,05} \times 100\% \right| = 76.2\%$$

$$\%error = \left| \frac{106 - 201,65}{201,65} \times 100\% \right| = 47.4\%$$

$$\%error = \left| \frac{19 - 40,60}{40,60} \times 100\% \right| = 53.2\%$$

$$\%error = \left| \frac{7 - 21,19}{21,19} \times 100\% \right| = 66.96\%$$

$$\%error = \left| \frac{2 - 9,61}{9,61} \times 100\% \right| = 79.1\%$$



Gambar 3.37 Grafik Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari antara Alat WST dengan BMKG

Dari grafik diatas menunjukkan perbandingan nilai intensitas radiasi matahari. Pada setiap pengukuran hasil yang ditampilkan akan berbeda. Semakin terang pencahayaannya maka akan semakin besar intensitas radiasi cahayanya dan semakin gelap maka akan semakin kecil intensitas radiasi matahari. Dikarenakan sensor yang dipakai juga terlalu sensitif jika terkena matahari jadi hasilnya kurang maksimal dan untuk setingan programnya memakai 8bit dengan nilai ADC maksimal 255 maka nilai keluaran dari sensor LDR hanya mampu sampai 255.