

SISTEM PEMANTAUAN CUACA JARAK JAUH DENGAN MENGGUNAKAN PANCAR -TERIMA VHF (WEATHER TELEMONITORING SYSTEM USING VHF TRANSCEIVER)

Sunarno¹, Ahmad Agus Setiawan²

ABSTRACT

This research is intended to create the sufficient system, which is used for the real time weather telemonitoring system by using VHF Transceiver. The data managements which are developed in this research are expected to be used in the weather monitoring system with the high accuracy.

Sensors, which are used in this research, are cloud circumstance (sunlight intensity sensor), water-flow velocity sensor, wind velocity sensor, and temperature sensor. ADC 12 bits is used to convert the analog data becomes the digital data. Maximum data deviation is 0.0025 volt. Microcontroller functioned as controller of data traffic and also arranges the component job in the remote station and the controller station. DTMF is used for the technique of data delivery digitally.

Using multivariable analog communications system enable to build the remote station in various location with the communications of radio of FM-VHF and frequency 156 MHz. Maximum reach from this telemetry system is 30 km, by using antenna; 2 stacked Yagi 12-element array instructed by rotator at the controller station and Omni directional Gazden at the remote station.

This research is expected to give valuable information for the telemetry system engineering development, especially for the engineers who work in the field of weather monitoring

Keywords: weather, telemetry system, sensors, DTMF

PENDAHULUAN

Cuaca merupakan fenomena alam yang menunjukkan keadaan fisis yang terjadi pada suatu wilayah tertentu dalam kurun waktu tertentu. Keadaan cuaca pada suatu daerah bisa berubah – ubah, bahkan dalam waktu beberapa saat bisa saja terjadi perubahan cuaca berkali – kali. Perubahan cuaca itu dapat ditandai dengan perubahan suhu (temperatur) lingkungan, kecepatan angin, kecepatan aliran air

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan bentuk dan susunan instrumen yang optimal untuk sistem pemantauan cuaca jarak jauh *real-time* yang dilengkapi bentuk sistem pengiriman dan manajemen data dengan menggunakan pancar - terima VHF.

TINJAUAN PUSTAKA

dari data yang diperlukan memerlukan pemantauan yang terus menerus dalam waktu yang bersamaan. Pemantauan dengan cara terus menerus dan diakses dalam waktu bersamaan diperlukan karena adanya hubungan yang erat antara data satu dan lainnya untuk memberikan analisis yang akurat. Pengukuran seperti ini sangat sulit dilakukan secara manual untuk area yang sangat luas. Untuk itu pengukuran dengan model telemetri sangat tepat digunakan (Sunarno, 2002).

Dibanding dengan cara pengambilan data yang konvensional (manual), sistem telemetri mempunyai beberapa keunggulan, yakni :

- Kecepatan akuisisi data sangat cepat dan nyaris

cuaca saat ini sangat penting bagi para praktisi yang menggunakan perkiraan cuaca untuk pekerjaannya. Pemantauan cuaca jarak jauh merupakan salah satu pilihan solusi membantu dalam pemantauan perubahan cuaca dan perkiraan dini datangnya banjir, longsor, atau bahkan untuk membantu pembuatan keputusan bagi para petugas di bidang yang berkaitan dengan cuaca.

Pemantauan cuaca jarak jauh memungkinkan pengamatan secara terintegrasi dan ada kecenderungan sebagai pemantauan seketika (*real time*)

¹ Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D., Staf Pengajar Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik - UGM

² Ahmad Agus Setiawan, ST, M.Sc., Staf Pengajar Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik - UGM

bersamaan (selisih waktu cuplik kurang dari 1 μ detik) untuk beberapa area yang berjauhan.

- Dapat melakukan pengukuran secara terus menerus dan *real-time* (tidak ada waktu tunda).
- Dapat mengatur dan mengendalikan pencuplikan data dari stasiun pengendali sesuai dengan keperluan.
- Data yang diambil secara otomatis telah tersimpan di sistem komputer dan dapat dianalisis sesuai dengan metode yang diterapkan.
- Data dapat diakses dan dikirim ke segala penjuru dunia melalui sistem internet.
- Akurasi data lebih baik dan lebih dapat dipercaya dibandingkan dengan sistem manual.
- Mengurangi faktor kesalahan yang sering dilakukan oleh manusia.

LANDASAN TEORI

Sistem telemetri adalah cara pengukuran jarak jauh yang memanfaatkan sarana telekomunikasi dan sistem komputer untuk pengaturan pengaksesan data dari beberapa zona penyelidikan.

Sensor yang terpasang pada stasiun pemantau mengukur parameter cuaca di lokasi pemantauan dan hasil pengukuran tersebut yang berupa informasi elektrik diperkuat oleh sistem penguat awal (*Pre-Amp*) maupun sistem penguat (*Amplifier*). Setelah mendapat penguatan yang cukup sesuai dengan sistem berikutnya, sinyal tersebut dikondisikan agar mempunyai kualitas data yang baik oleh SC (*Signal Conditioner*). Dengan demikian setelah melewati SC, sinyal elektrik tersebut telah bersih dari *noise* maupun sinyal-sinyal palsu. Mengingat sistem komputer yang dipakai adalah komputer digital, maka sinyal tersebut harus diubah ke bentuk digital oleh unit *Analog to Digital Converter* (ADC). Selanjutnya data tersebut dapat dikirimkan ke stasiun pengendali melalui sistem komunikasi data yang terdiri atas modem (*modulator - demodulator*) dan sistem komunikasi biasa seperti pemancar radio, telepon kabel, telepon selular, maupun dikirimkan melalui satelit (Darnifawan, 2000).

Mengingat daerah pemantauan sangat luas, maka sistem pemantauan dibagi dalam beberapa zona pemantauan (*remote area*). Setiap zona merupakan daerah yang sempit dengan beberapa transduser sejenis maupun transduser yang berbeda-beda sesuai dengan parameter yang diakses pada zona tersebut.

Zona pemantauan yang tidak memungkinkan mendapat catu daya elektrik (PLN), perlu dilengkapi dengan sistem baterai yang tahan lama atau sistem

baterai yang diisi ulang dengan *solar-cell*, sehingga mengurangi beban perawatan. Perawatan hanya dilakukan apabila ada kerusakan atau untuk pengecekan / kalibrasi sistem pengukuran.

Stasiun pengendali berada di daerah yang ditentukan. Tahap berikutnya pada stasiun pengendali adalah pengolahan data yang dilakukan oleh komputer sesuai dengan program (*software*) yang dipasang di dalamnya (Green, 1991) (Link, 1993).

METODOLOGI PENELITIAN

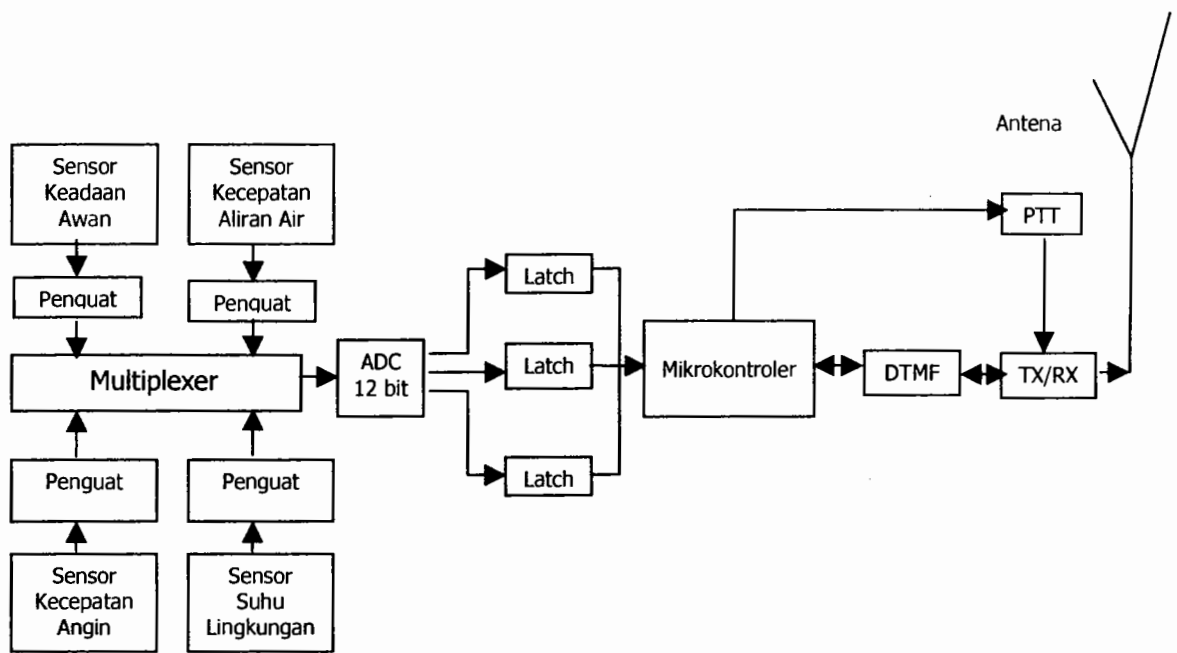
1. Membuat dan menyusun sistem instrumentasi atas dasar model yang dikembangkan.
2. Membuat program untuk keperluan pengendalian dan untuk keperluan penghimpunan data.
3. Mengembangkan sistem manajemen data.
4. Menguji secara simulasi bertahap untuk mendapatkan tingkat keakuratan data dan kecepatan akses dari beberapa sumber data yang jauh.
5. Melakukan revisi model yang dikembangkan atas dasar data yang diperoleh.
6. Melakukan pengujian ulang sistem hingga diperoleh hasil sesuai yang diharapkan.
7. Melaporkan hasil penelitian berupa model sistem yang diusulkan, tingkat keakuratan data, dan informasi yang diperoleh selama penelitian untuk keperluan pengembangan.

HASIL RANCANGAN PENELITIAN

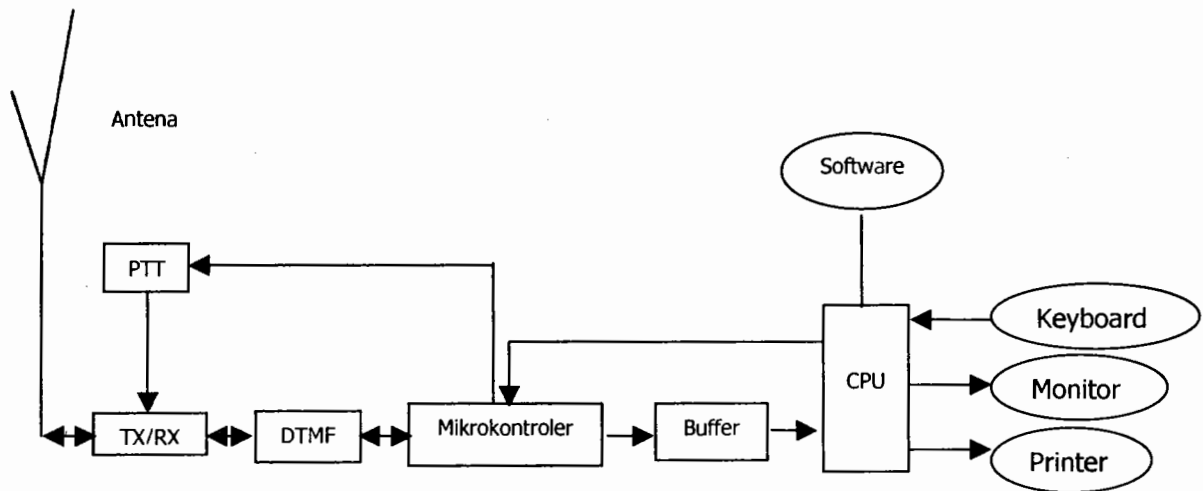
Pada dasarnya sistem telemetri yang dirancang dalam penelitian ini terdiri atas : perangkat pengendali yang ditempatkan di stasiun pengendali (*control station*) dan perangkat pemantau yang ditempatkan di stasiun pemantau (*remote station*) yang ada di tempat yang jauh di daerah lokasi pemantauan.

Perangkat pemantau yang ditempatkan pada lingkungan yang diamati terdiri atas rangkaian sensor, *amplifier*, *multiplexer*, ADC, mikrokontroler, *latch*, DTMF, Tx/Rx, rangkaian PTT dan antena. Gambar diagram sistem pemantau ini tampak pada Gambar 1.

Sedangkan perangkat pada stasiun pengendali (*control station*) yang sering juga disebut *base station* yang merupakan pusat kendali berbasis komputer yang terdiri atas antena, rangkaian PTT, Tx/Rx, DTMF, mikrokontroler, *buffer*, PC (*personal computer*) disertai perangkat lunak (*software*) pengendalinya. Diagram blok sistem pengendali ini tampak pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Stasiun Pemantau (*Remote Station*)



Gambar 2. Diagram Stasiun Pengendali (*Control Station*)

Sensor - Sensor

- a) Sensor keadaan awan (intensitas matahari) menggunakan LDR dan rangkaian penguat (Gambar 3.).
- b) Sensor kecepatan aliran air menggunakan rangkaian dari *blade*, *shaft*, pelampung.

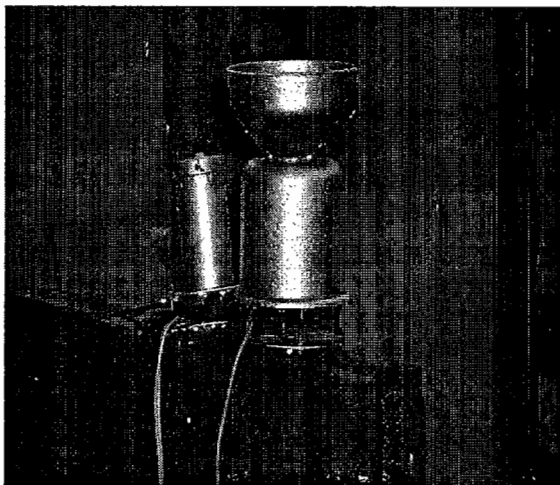
penyangga, dinamo dan rangkaian penyearah tegangan (Gambar 4). Sensor ini ditempatkan pada daerah hulu sungai yang sering menyebabkan banjir di daerah hilirnya. Dengan mengetahui kecepatan aliran air di daerah hulu, antisipasi dini terhadap bahaya banjir di daerah hilir dapat dilakukan.

- c) Sensor kecepatan angin menggunakan rangkaian dari *cup* penangkap angin, *shaft*, dinamo dan rangkaian penyearah tegangan (Gambar 5).
- d) Sensor suhu lingkungan menggunakan IC LM35 dengan rangkaian penguat (Gambar 3). Dengan mengetahui suhu, kita juga dapat mengetahui kelembaban relatif (RH). (Asdak, 1995), dengan menggunakan persamaan :

$$RH = 100 \{ (112 - 0,1 T_a + T_d) / (112 + 0,9 T_d) \}^8$$

dengan : T_a = suhu udara (°C)
 T_d = suhu titik embun (°C)

Walaupun sensor yang dipakai dalam penelitian ini sangat sederhana dan menggunakan bahan dari barang bekas pakai, namun hasil pengamatan menunjukkan bahwa informasi yang dikeluarkan cukup memadai untuk pemantauan cuaca jarak jauh.



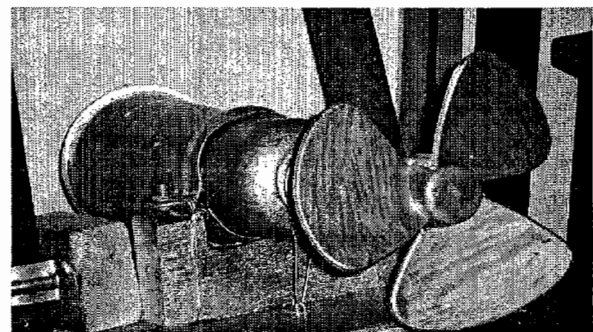
Gambar 3. Sensor Suhu dan Keadaan Awan

Tabel 1. Data Sensor Suhu Lingkungan

No	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)
1	32	0,08
2	35	0,10
3	39	0,11
4	46	0,12
5	54	0,13
6	58	0,14
7	65	0,15
8	72	0,16

Tabel 2. Contoh Data Hasil Pemantauan dengan Sensor Keadaan Awan (Intensitas Matahari)

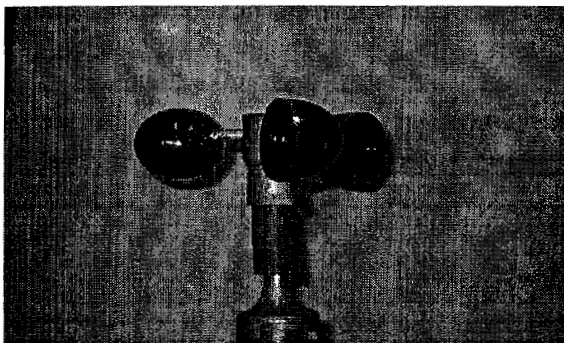
No	Jam (WIB)	Tegangan (Volt)
1	09:00	3,17
2	09:15	3,32
3	09:30	3,45
4	09:45	3,57
5	10:00	3,66
6	10:15	3,68
7	10:30	3,65
8	10:45	3,68
9	11:00	3,67
10	11:15	3,72
11	11:30	3,64
12	11:45	3,82
13	12:00	3,55
14	12:15	3,62
15	12:30	3,55
16	12:45	3,59
17	13:00	3,58



Gambar 4. Sensor Kecepatan Aliran Air

Tabel 3. Data Sensor Kecepatan Aliran Air

No	Kecepatan Air (km/jam)	Tegangan (Volt)
1	50	0,35
2	60	0,53
3	70	0,60
4	80	0,84
5	90	1,01
6	100	1,14
7	110	1,17
8	120	1,23
9	130	1,36
10	140	1,47
11	150	1,69
12	160	1,84
13	170	1,90
14	180	2,11
15	190	2,44



Gambar 5. Sensor Kecepatan Angin

Tabel 4. Data Sensor Kecepatan Angin

No	Kecepatan Angin (km/jam)	Tegangan (Volt)
1	40	0,2
2	50	0,6
3	60	0,8
4	70	1,1
5	80	1,3
6	90	1,5
7	100	1,7

ADC (Analog to Digital Converter)

ADC digunakan sebagai pengubah analog ke digital dipergunakan untuk mengubah besaran analog menjadi besaran digital. Dalam perancangan ini digunakan IC ADC 12 bit dengan jenis IC AD574.

- Resolusi : 12 bit
- Ketepatan : $\pm \frac{1}{2}$ LSB
- Waktu konversi : 25 μ S

Mikrokontroler

Dalam perancangan ini, IC mikrokontroler yang digunakan ialah IC AT89C51 buatan ATMEL. Mikrokontroler ini mempunyai 4 kbyte *flashrom*, 128 byte RAM, jalur I/O (4 port), dua timer 16 bit, lima vector interupsi, serial port full duplex, dan osilator on chip dan bahasa yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler ini adalah bahasa dalam MCS-51 (Putra, 2002).

Peran mikrokontroler di stasiun pemantau ini ialah sebagai otak yang mengolah data-data dari sensor yang digunakan, serta mengatur kerja komponen-komponen lain di stasiun pemantau, seperti ADC, *multiplexer*, *latch*, DTMF, dan lain - lain.

Pada dasarnya kerjanya juga tergantung perintah dari stasiun pengendali.

Peran mikrokontroler di stasiun pengendali ialah sebagai penghubung antara PC (*Personal Computer*) dengan data dari stasiun pemantau dengan menggunakan jalur paralel port.

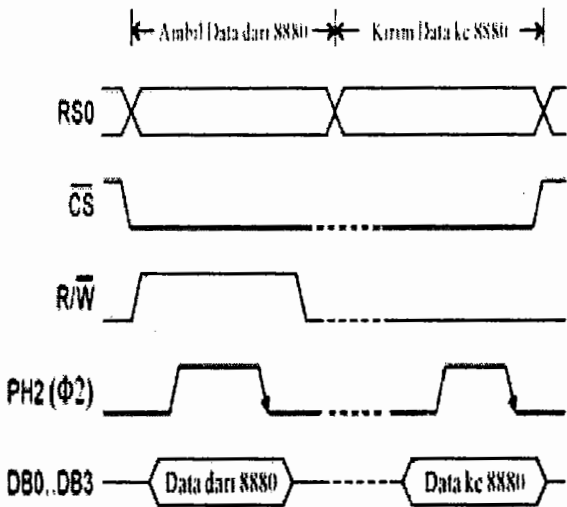
DTMF (Dual Tone Multiple Frequency)

DTMF adalah suatu sinyal bunyi yang dibangkitkan oleh dua nada yang memiliki frekuensi rendah dan frekuensi tinggi. Kelompok frekuensi rendah meliputi frekuensi 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz dan 941 Hz. Sedangkan kelompok frekuensi tinggi meliputi frekuensi 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz dan 1633 Hz. Kombinasi kelompok frekuensi rendah dengan kelompok frekuensi tinggi (saling berpasangan) sehingga terbentuk 16 macam pasangan nada DTMF standar (Tabel 5).

Tabel 5. Pasangan Nada DTMF Standar

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Dalam perancangan ini digunakan IC DTMF jenis IC MT8880 (DTMF Transceiver).



Gambar 6. Diagram Waktu Pengambilan / Pengiriman Data dari/ke MT8880

Komunikasi Data

Komunikasi data pada sistem ini adalah *half duplex*, yakni komunikasi dua arah secara bergantian dalam satu waktu. Hal ini dipergunakan karena alat komunikasinya jenis HT & Rig.

Tx/Rx

Tx/Rx yang digunakan dalam sistem ini adalah HT (*Handy Talky*) di stasiun pemantau dan VHF *Mobile Transceiver (Rig VHF)* di stasiun pengendali (Noersasongko, 1997).

PTT (*Push To Talk*)

PTT merupakan rangkaian yang menangani fungsi kerja Tx/Rx secara otomatis. Rangkaian PTT dikendalikan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler mengendalikan PTT agar Tx/Rx berperan sebagai pemancar (*transmitter*) apabila mengirimkan data atau sebagai penerima (*receiver*) apabila menerima data.

Antena

Sistem telemetri ini menggunakan antena 2 *stacked Yagi 12-element array* yang diarahkan dengan rotator pada stasiun pusat. Sedangkan pada stasiun pemantau digunakan antena *Omni Directional Gazden* yang beroperasi pada frekuensi 156 MHz (American Radio Relay League, 1980).

Pemilihan frekuensi 156 MHz didasarkan pada kenyataan bahwa pengguna frekuensi ini relatif

sedikit. Gangguan yang berasal dari sesama pengguna frekuensi frekuensi 156 MHz dapat di-filter melalui pesawat *transceiver* sehingga gangguan itu tidak mengacaukan sistem pengiriman data pemantauan cuaca jarak jauh ini.

Interface dan Software Pengendali

Pada setiap komputer pasti disediakan satu *parallel port*. *Parallel Port* biasanya digunakan *printer* untuk mencetak data. Namun selain untuk mencetak data, *port* ini juga dapat digunakan untuk keperluan lain, karena bisa untuk *data in* dan *data out*. Ketika *port* ini mengirimkan data keluar melalui delapan pinnya dan pin ini akan mempunyai tegangan 5 volt, tergantung data biner yang dikirim (Sutadi, 2002).

Alamat yang digunakan :

- Data Port : 0 x 378
- Status Port : 0 x 379
- Control Port : 0 x 37A

Program pengendali (*software*)

Software pengendali berguna untuk mengendalikan *hardware* melalui komputer. Pada penelitian ini, dibuat *software* pengendali dengan bahasa *Visual Basic*.

Karakteristik *software* yang dibuat :

- Mampu mengakses data dari *port* paralel
- Komunikasi data dengan mikrokontroler
- Tampilan data : tabel, grafik

Data yang diperoleh di stasiun pemantau (*Remote Station*) dapat ditransmisikan secara baik melalui gelombang radio dengan frekuensi sekitar 156 MHz dan dapat diterima oleh unit di stasiun pengendali (*Control Station*). Waktu pengoperasian peralatan berkisar antara 5–10 detik. Data analog yang terukur memiliki rentang kesalahan antara 1 hingga 3 % dengan kondisi sesungguhnya. Penyimpangan data maksimum adalah 0.0025 volt. Kesalahan ini dimungkinkan karena faktor ketelitian membaca skala manual. Untuk data digital tidak diperoleh perbedaan data pada kondisi normal.

Sistem pengiriman data jarak jauh menggunakan pancar-terima VHF didasarkan dari rekayasa yang dikembangkan dari penelitian sebelumnya. Jangkauan maksimum sistem pemantau jarak jauh ini adalah sekitar 30 km. dengan menggunakan antena 2 *stacked Yagi 12-element array* yang diarahkan dengan rotator pada stasiun pengendali. Sedangkan pada stasiun pemantau digunakan antena *Omni Directional Gazden* dengan daya pemancar sebesar 55 Watt.

Penelitian ini mampu memberikan informasi dan data pengujian keakuratan sistem komunikasi data, susunan piranti pendukung yang efisien, hasil uji coba simulasi pemantauan cuaca, bentuk manajemen pengolahan data yang aman dan efisien, dan analisis cuaca. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi para praktisi di bidang pemantauan cuaca secara umum.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memperoleh bentuk sistem pengukuran cuaca jarak jauh dengan menggunakan pancar terima VHF.

Pada penelitian ini dikembangkan sensor - sensor untuk pemantauan cuaca jarak jauh, yakni sensor keadaan awan (intensitas matahari), kecepatan aliran air, kecepatan angin dan suhu.

Pada sistem pengubah data analog ke data digital digunakan perangkat ADC 12 bit dengan penyimpangan data maksimum sebesar 0,0025 volt.

Mikrokontroler berhasil difungsikan sebagai pengendali lalu lintas data serta mengatur kerja komponen-komponen di stasiun pemantau dan stasiun pengendali.

DTMF terbukti berperan penting dalam proses lalu lintas data dalam sistem telemetri ini. Pada penelitian ini DTMF secara sempurna dapat dimodifikasi untuk teknik pengiriman data secara digital dari satu sistem ke sistem yang lain.

Penggunaan sistem komunikasi analog *multivariabel* memungkinkan untuk membangun stasiun pemantau di berbagai lokasi dengan alat sistem komunikasi radio FM-VHF dan frekuensi 156 MHz. Jangkauan maksimum dari sistem pemantau jarak jauh ini adalah sekitar 30 km, dengan menggunakan antena *2 stacked Yagi 12-element array* yang diarahkan dengan rotator pada stasiun pengendali. Sedangkan pada stasiun pemantau digunakan antena *Omni directional Gazden*.

SARAN

Perlunya diteliti dan dikembangkan penerapan teknologi sensor yang lebih baik dan akurat, serta

teknologi kemasan sensor yang lebih menunjang cara kerja sensor itu sendiri.

Penambahan sensor parameter cuaca yang lain, seperti sensor kelembaban udara, arah angin dan curah hujan.

Penggunaan ADC dengan bit yang lebih tinggi. Teknologi pengiriman data jarak jauh yang lebih baik, murah dan cepat dalam proses pengirimannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Tim Telemetri Teknik Fisika UGM (Memory, Erikson, Alfonsus, Martinus, Rony) atas segala bantuannya dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Radio Relay League, 1980, *The ARRL Antenna Book*, (13th Edition), Newington, Connecticut.
- Asdak, C., 1995, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Cetakan Pertama, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Darnifawan, 2000, *Pengukuran Jarak Jauh Berbasis Komputer Terhadap Kenaikan Suhu Lingkungan PLTN*, Skripsi, Jurusan Teknik Nuklir, FT-UGM, Jogjakarta.
- Green, D. C., 1991, *Data Comunication*, diterjemahkan oleh Ir. P. Insap S., M.Sc., Penerbit ANDI, Jogjakarta, 1996.
- Link, W., 1993, *Pengukuran, Pengendalian, dan Pengaturan dengan PC*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Noersasongko, W., 1997, *Pesawat Radio Telekomunikasi*, Penerbit CV. Gunung Mas, Pekalongan.
- Putra, A. E., 2002, *Belajar Mikrokontroler*, Penerbit Gava Media.
- Sunarno, 2002, *Sistem Pemantau Jarak Jauh Arus Lalu Lintas Kendaraan Menggunakan Sistem Pancar Multivariabel*, Laporan Penelitian, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Sutadi, D., 2002, *I/O Bus & Motherboard*, Penerbit ANDI, Jogjakarta.