

Pengembangan Telemetri Ketinggian Permukaan Air Pada Sungai Ta'Deang Kab. Maros

Suki Mariadi¹, Iqbal¹ dan Muhammad Tahir Sapsal¹
Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar

ABSTRAK

Tinggi muka air merupakan salah satu komponen penting dalam informasi hidrograf terutama dalam penelusuran banjir. Oleh karena kondisi tinggi muka air yang selalu berubah (*fluktuatif*) serta pengambilan data yang harus *continue*. Alat pendeteksi tinggi muka air yang menggunakan *rotary encoder* sebagai sensor pembaca perubahan tinggi muka air dan *Neo GSM* sebagai pengirim data dapat menjawab permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk dapat memberikan informasi keadaan tinggi muka air serta untuk mengetahui ketepatan waktu pengiriman informasi tinggi muka air. Metode pengujian sistem ini menyangkut 2 komponen yaitu ketepatan pembacaan ketinggian dan ketepatan pengiriman data. Hasil pengujian pembacaan ketepatan ketinggian diperoleh nilai koefisien determinan (R^2)=0,9867 yang menunjukkan keakuratan pembacaan. Pada pengujian ketepatan pengiriman data terdapat *delay* terbesar antara pukul 18.01-24.00.

Kata kunci: Alat ukur, Tinggi muka air, Ketepatan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana yang hampir tiap tahun melanda berbagai daerah di Indonesia. Banjir dapat mengakibatkan berbagai hal, misalnya kerusakan bangunan pemukiman jika banjir terjadi di daerah pemukiman. Bahkan dalam berbagai kasus banjir juga dapat mengakibatkan kematian. Mitigasi atau berbagai upaya penanggulangan banjir sudah banyak diterapkan untuk mengurangi dampak akibat banjir. Upaya penanggulangan banjir yang telah diterapkan sampai saat ini contohnya adalah penataan bangunan pemukiman, pembuatan bendung, bahkan yang mulai dikembangkan seperti AWLR (*Automatic Water Level Recording*). AWLR bekerja dengan dasar sistem instrumentasi yang digunakan untuk mengukur tinggi muka air.

Penggunaan sistem instrumentasi pada AWLR biasanya dikombinasikan dengan alat kontrol (*microcontroller*) dan sensor. Keberadaan sensor dan *microcontroller* saat ini mempermudah pekerjaan manusia contohnya adalah instrument pengukur

tinggi muka air. Sensor di sini berguna untuk mendeteksi perubahan-perubahan yang terjadi dilingkungan seperti tinggi muka air, sedangkan *mikrokontrol* mengubah data yang diterima sensor menjadi data spasial dan biasanya dikombinasikan dengan modul GSM (*Global System of Mobile communication*). Pengaplikasian sistem ini pernah dilakukan oleh mahasiswi pada Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin namun hanya sebatas skala laboratorium dan menggunakan program pengiriman yang lebih sederhana yakni mengirim data setiap 1 menit untuk 1 data sehingga memerlukan daya yang lebih besar karena alat selalu beroperasi.

Berdasar permasalahan di atas dilakukanlah pengembangan sebuah sistem yang dapat memberi informasi tentang data tinggi muka air yang memiliki *range* waktu kirim yang dapat berubah sesuai dengan keadaan tinggi muka air dan penggunaan sumber energi yang lebih optimal.

Tujuan Dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem peringatan dini banjir, khususnya pada sistem pendeteksi dan pengiriman data. Sedangkan kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai tambahan referensi dalam mendesain sistem peringatan dini banjir.

METODE PELAKSANAAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2014 sampai Juli 2015 di Desa Semanggi, Kec. Simbang, Kab. Maros. Pada Ruang Penyimpanan Alat dan Mesin Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Alat dan Bahan

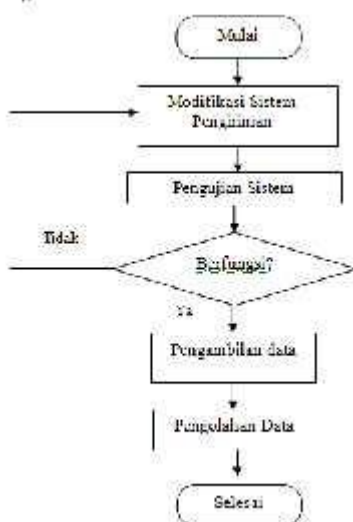
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *microcontroller* ATmega 128, *absolute rotary encoder*, *Neo GSM Starter Kit*, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan yaitu Accu 12 volt 3.5 Ampere, pelampung, pemberat pelampung Software yang digunakan adalah CV AVR

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa bagian yakni meliputi Modifikasi Sistem Pengiriman, Uji fungsi Alat, dan uji kinerja alat untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alir berikut :

Bagan alir Prosedur Penelitian



Modifikasi Sistem

Secara garis besar modifikasi sistem pengiriman meliputi berbagai tahapan yakni pembuatan diagram blok sistem, pendekatan fungsional dari pengembangan telemetri pendeteksi ketinggian air.

a. Diagram Blok Sistem

Sistem telemetri ini menggunakan diagram blok terbuka dimana sensor tinggi muka air digunakan untuk mendeteksi perubahan tinggi muka air, kemudian data ketinggian tersebut di input kedalam *microcontroller*, kemudian data tersebut dikirim ke nomor penerima menggunakan *Neo GSM Starter Kit*. Gambar berikut merupakan diagram blok perancangan sistem telemetri ketinggian permukaan air:



Gambar 4. Diagram blok sistem pengiriman Data

b. Pendekatan Fungsional

Sistem peringatan dini banjir yang dibuat harus mampu memberikan informasi tentang kondisi tinggi muka air yang *ter-update*. Serta mampu mengirimkan data ketinggian muka air kepada nomor penerima tepat waktu. Selain itu, data yang didapat akan diolah menggunakan persamaan *Muskingum-cunge* untuk mendapat data debit yang ada dibagian hilir sungai. Untuk itu komponen yang dibutuhkan adalah sensor tinggi muka air, unit pengontrol dan pengirim data, box unit control, dan rangka utama.

Sensor tinggi muka air. Unit ini terdiri dari komponen yang mampu berfungsi sebagai pembaca perubahan tinggi muka air. Komponen yang digunakan adalah *rotary encoder* untuk membaca perubahan kondisi tersebut.

Unit pengontrol dan pengirim data. Unit ini pada dasarnya terdiri dari 2

komponen yang memiliki fungsi berbeda. Komponen yang pertama yaitu komponen pengontrol yang bertugas mengontrol keseluruhan sistem baik itu pembacaan dan penyimpanan data. Komponen yang digunakan adalah ATmega 128 karena memiliki kapasitas yang cukup besar. Komponen yang kedua adalah komponen pengirim yang bertugas mengirimkan data tinggi muka air yang dibaca oleh sensor ke nomor penerima sesuai dengan waktu yang diprogramkan. Komponen yang digunakan adalah *Neo GSM Starter Kit*.

Box unit control. *Box* ini berfungsi sebagai rumah bagi unit control dan pengirim. Karena unit control dan pengirim merupakan benda elektronika yang cukup rentan dengan panas dan air secara langsung.

Rangka utama. Rangka utama berfungsi untuk pemasangan unit lain ketika berada dilapangan tepatnya di sungai ketika melakukan pengambilan data.

c. Pendekatan Struktural

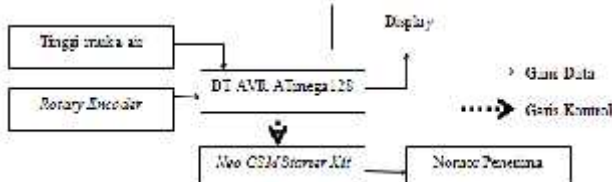
Sensor tinggi muka air. Bagian utama unit ini adalah *rotary encoder* sebagai sensor pembaca, *pulley* berdiameter 7.5 cm, pelampung dan pemberat.

Desain *pulley* didasarkan pada kemampuan *rotary encoder* dalam mengkonfersi putaran menjadi jarak atau ketinggian. Ukuran *pulley* yang digunakan adalah 7.5 cm, artinya dalam 1 kali putaran *pulley* sama dengan 23.56 cm. Nilai ini diperoleh dengan menggunakan persamaan keliling lingkaran (πd).



Gambar 5. *Pulley*

Sistem pengiriman data atau telemetri pengembangan sistem dari alat pendeteksi dini banjir dapat dilihat pada Gambar (6).



Gambar 6. Sistem Unit Kontrol

Keterangan

- a. Tinggi muka air merupakan acuan dalam mengontrol waktu pengiriman data pada alat pendeteksi dini banjir
- b. *Rotary Encoder* merupakan sensor putaran untuk mengetahui perubahan tinggi muka air
- c. DT AVR ATmega128 merupakan modul dengan mikrokontroler AVR yang berfungsi untuk memproses data-data dan mengontrol sistem dari input *rotary encoder* dan mengatur waktu pengiriman data ke nomor penerima.
- d. Display berfungsi untuk menampilkan data ketinggian muka air pada LCD 2x16
- e. *Neo GSM Starter Kit* merupakan sebuah modul yang berfungsi sebagai pengirim pesan (*SMS*) yang diterima dari *rotary encoder* ke nomor penerima sesuai dengan waktu yang telah diprogramkan pada mikrokontroler
- f. Nomor penerima berfungsi untuk menyimpan data yang telah dikirim alat pendeteksi dini banjir dalam bentuk sms.

Box unit control dibuat sebagai wadah unit control agar terhindar dari gangguan lingkungan luar seperti hujan dan panas matahari langsung. *Box unit control* memiliki ukuran 30 x 10 x 22 cm.

Rangka utama memiliki tinggi 4 meter, luas kaki 1x1 meter dan luas kepala 0.5x0.5 meter. Dibagian dalam rangka utama memiliki pipa ukuran 6 inc sebagai tempat pengukur dan dibagian dasarnya dipasangkan pipa berukuran 2 inc yang menghubungkan pipa utama dan sungai.

d. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Dalam perancangan perangkat lunak mempergunakan bahasa C . pogram dirancang dalam komputer, menggunakan

software Code Vision AVR. Setelah pembuatan *coding* program selesai selanjutnya di - *download* kedalam mikrokontroler ATmega128.

Pengujian Kinerja Stasioner

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengontrol pembacaan dan pengiriman data sesuai dengan acuan yang telah diberikan.

a. Pengujian Ketepatan Ketinggian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan pembacaan ketinggian yang sebenarnya dan ketinggian yang akan terbaca pada program dan ditampilkan pada LCD. Pengujian ini menggunakan range ketinggian 0, 20, 40, 60, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, dan 260 cm.

b. Uji Ketepatan Timer *Microcontroller*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan waktu antara waktu alat dan waktu normal (jam). Pengujian dilakukan selama 1x 24 jam dengan cara melihat waktu yang ditampilkan oleh alat dan jam dengan satuan menit.

c. Pengujian Pengiriman Data

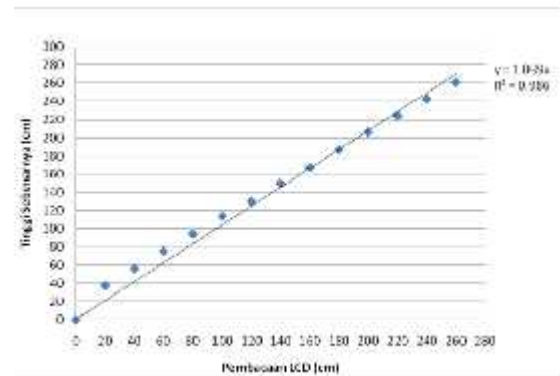
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan dalam pengiriman data dari waktu yang telah ditentukan. Pengiriman data dilakukan selama 3x 24 jam, waktu pengiriman data di program setiap 1 jam sekali dengan format data ketinggian setiap 5 menit jika ketinggian <150 cm, dan pengiriman setiap 20 menit jika ketinggian > 150 cm. Pengujian ini untuk mengetahui ketepatan waktu data sampai ke penerima dan untuk mengetahui ada tidaknya data yang tidak terkirim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Statik

Pengujian akurasi dilakukan untuk mendapatkan nilai koefisien Determinan (R) untuk mengetahui keakuratan data dari hubungan X dan Y sebelum dimasukkan

persamaan untuk menghitung penelusuran banjir.



Gambar 7. Perbandingan pembacaan LCD Dan Tinggi sebenarnya (cm)

Uji akurasi dilakukan untuk mencari nilai koefisien determinan (R^2) dimana diperoleh nilai yaitu $R=0.9867$, yang berarti hasil pembacaan LCD dengan tinggi muka air sebenarnya hampir sama. Uji statistik dilakukan dengan range jarak 20cm karena pada jarak ini di anggap dapat mewakili pengujian. Dimana pada pembacaan awal tinggi 0 cm yang terbaca adalah 0.09, pada tinggi 20 cm yang terbaca adalah 37.84 cm. Untuk mengetahui nilai yang akan terbaca oleh LCD dapat digunakan persamaan $y= 1.0397x$. Nilai intercept dari persamaan linier di atas dianggap (0), jika nilai $x>y$ maka bentuk grafik akan cenderung rapat ke sumbu x atau nilai ordinat lebih besar dari nilai absis begitu juga sebaliknya. Ukuran *pulley* yang digunakan pada alat ini adalah 7.5 cm, sehingga dalam 1 kali putaran penuh jarak yang terbaca adalah 23.56 cm. Dari pengujian tersebut juga diperoleh nilai *error* terkecil pada titik nol (0) yaitu 0.09cm, karena pada titik ini air dianggap tidak ada sedangkan pada ketinggian 20,40, 60,...,280 cm posisi dasar pelampung lebih rendah daripada ketinggian air sedangkan yang diukur adalah posisi muka air. Dari pengujian ini juga diperoleh data yang semakin presisi seiring dengan bertambahnya ketinggian karena berat pita dan pemberat akan berpengaruh terhadap kondisi pelampung. Semakin

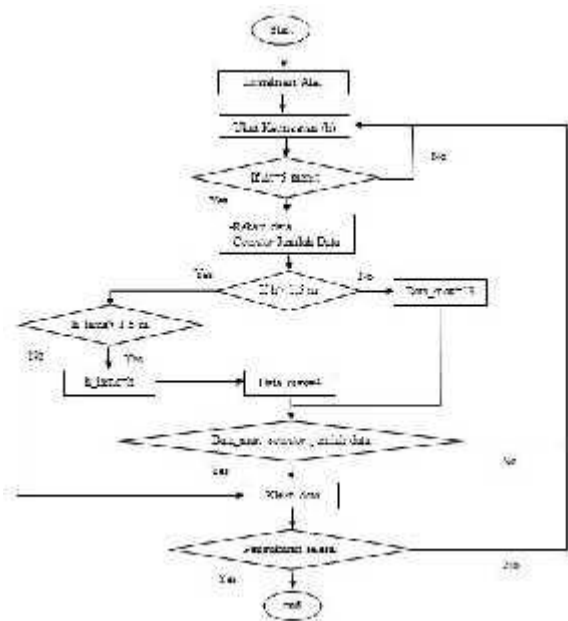
tinggi permukaan air maka pemberat dan pita akan semakin tertarik ke dasar dan menyebabkan bagian pelampung yang terendam akan semakin berkurang akibat bertambahnya berat dibagian sisi lainnya (pemberat dan pita pelampung). Pembacaan *rotary encoder* memiliki *error* sehingga hasil yang ditampilkan tidak sama dengan ketinggian sebenarnya. Hal ini telah diteliti sebelumnya oleh Rahmadiansah (2013) yang dalam jurnalnya dituliskan bahwa pembacaan *rotary encoder* memiliki *error* $\pm 2\%$ yang terjadi akibat kesalahan pembacaan oleh *optocoupler* pada pertemuan daerah gelap dan terang.

Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem yang dilakukan meliputi waktu pengambilan data dan format pengiriman data.

Flowchart Program

Sistem telemetri yang telah dikembangkan dari alat pendeteksi dini banjir pada sungai Ta'Deang dapat dilihat dari *flowchart* berikut :



Gambar 8. *Flowchart* Program

Berdasarkan *flowchart* program pada Gambar (8) diketahui tahapan-tahapan tentang cara kerja alat pendeteksi dini banjir yang telah dikembangkan dari alat yang

sebelumnya. Perbedaan dari perkembangan program ini terletak pada waktu pengiriman dan sistem pengiriman, yaitu waktu pengambilan data menjadi 5 menit setiap data dan terkirim sebanyak 4 data jika ketinggian lebih dari 150 cm. Sedangkan data akan terkirim sebanyak 13 data jika ketinggian berada kurang dari 150 cm. Untuk waktu pengiriman data akan terus berlangsung, karena alat telah deprogram untuk mengirimkan data secara terus- menerus dan akan berhenti hanya pada saat sumber energi mati. Hal ini bisa dilihat pada bagian *decision* yang terakhir yang menggambarkan bahwa program akan terus berjalan.

Format Pengiriman Data

Format pengiriman data merupakan tampilan hasil penerimaan data yang dikirim oleh alat pendeteksi dini banjir.

```

+CMGL: 22,"REC
READ". "+6285340839093", "Data
Pnlitia", " 15/07/08,18:10:25+32"
0: 0.00,5: 0.64,10: 0.51,15: 0.26,20:
1.21,25: 0.87,30: 0.33,35: 0.33,40:
0.11,45: 0.56,50: 0.91,55: 0.76,60:
0.76,*,#
  
```

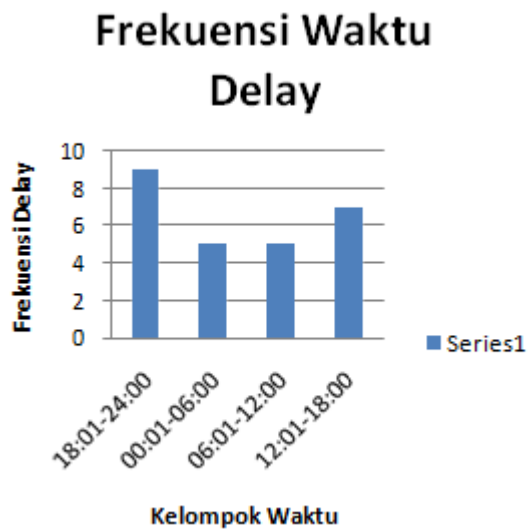
Gambar 9. Format Pengiriman Data

Format pengiriman data dalam bentuk sms menggunakan perintah CMGL yang berarti data yang dikirimkan adalah data yang sebelumnya tersimpan. Format data yang terbaca adalah waktu pengukuran kemudian data tinggi (contoh, 5:0.00). Yang artinya data pada waktu 5 menit ketinggian 0 cm, tanda (:) berfungsi sebagai pemisah antara waktu dan ketinggian. Simbol (,) merupakan pemisah antara waktu dari pembacaan setiap 5 menit. Pada data yang terbaca juga terdapat tanggal dan waktu data dikirim. Tanda (*,#) pada gambar (13) berfungsi sebagai perintah untuk mengakhiri satu pengiriman data.

Uji Pengiriman Data

Dari pengujian pengiriman data yang dilakukan selama 3x24 jam bertujuan untuk mengetahui

delay setiap pengiriman data setiap jam yang telah dikelompokkan menjadi 4 waktu umum.



Gambar 10. Frekuensi *delay* setiap kelompok waktu

Waktu pengiriman data dikelompokkan menjadi 4 waktu umum yaitu pukul 06:01-12:00, 12:01-18:00, 18:01-24:00, dan 00:01-06:00 Wita. Setiap data yang terkirim membutuhkan waktu 65 menit. Berdasarkan hasil pengujian terdapat beberapa waktu yang memiliki delay, sehingga waktu penerimaan data tidak tepat. Kelompok waktu yang memiliki jumlah delay terbanyak adalah antara pukul 18.01-24.00 Wita yakni 9 kali dari keseluruhan jumlah delay. Nilai delay terbesar berada pada pukul 20:15 dan 22:17 yakni 9 menit dan 5 menit. Keterlambatan pengiriman data dapat disebabkan beberapa faktor contohnya, gangguan cuaca, jumlah pengguna, dan kondisi signal. Jumlah pengguna data terbanyak berada pada pukul 18:01-24:00 karena pada waktu ini kebanyakan orang sedang tidak bekerja dan lebih digunakan untuk mengakses media social, saling komunikasi (telepon dan sms). Hal ini mengakibatkan jumlah pengguna data saat pukul 18:01-24:00 lebih banyak daripada kelompok waktu lain. Pada kelompok waktu 06:01-12:00 frekuensi delay mencapai 5 kali. Pada kelompok waktu ini kebanyakan digunakan untuk beraktifitas seperti bekerja, kuliah, dan aktifitas lainnya yang tidak terlalu

banyak menggunakan jaringan telekomunikasi. Pada kelompok waktu 12:01-18.00 memiliki nilai frekuensi delay yaitu 7 kali. Pada pukul 00:01-06:00 memiliki delay sebanyak 5 kali hal ini disebabkan kebanyakan orang menggunakan waktu ini untuk beristirahat daripada beraktifitas.

Selain frekuensi *delay*, total waktu delay atau nilai rata-ratanya juga dapat menjadi salah satu permasalahan dalam pengiriman pesan. Untuk nilai rata-rata *delay* setiap kelompok waktu dapat dilihat pada Tabel (2).

Tabel 2. Waktu rata-rata *delay*

No	Kelompok Waktu	Rata-rata waktu delay (menit)
1	18:01-24:00	2.3
2	00:01-06:00	1
3	06:01-12:00	1
4	12:01-18:00	1.29

Sumber: Data Primer Setelah Di Olah, 2015

Dari Tabel (2) diketahui nilai rata-rata delay dari pengiriman pesan data selama 3x24 jam yang telah dikelompokkan dalam 4 kelompok waktu. Nilai rata-rata waktu *delay* terbesar terdapat pada antara pukul 18:01-24:00 yakni dengan rata-rata 2.3 menit dari 9 kali delay. Untuk kelompok waktu antara pukul 12:01-18:00 memiliki rata-rata delay sebesar 1.29 menit dari 7 kali *delay*. Sedangkan pada pukul 00:01-06:00 dan 06:01-12:00 memiliki rata-rata delay 1 menit dari 5 kali delay.

Uji Ketahanan Alat

Uji ketahanan alat dilakukan untuk mengetahui seberapa lama alat pendeteksi dini banjir dapat bertahan dan konsisten mengirimkan data secara *non-stop* sesuai dengan program yang telah dibuat.

Tabel 3. Uji Ketahanan Alat

Sumber Energi	
Spesifikasi	Accu 12V 3.5 A
Daya Tahan	9 jam

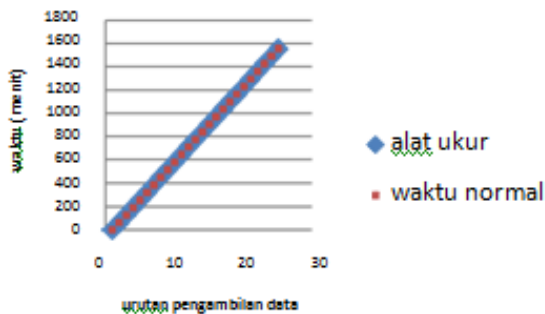
Sumber: Data Primer Setelah Di Olah, 2015

Alat ini dapat diaktifkan dengan sumber tegangan sebesar minimal 5 volt. Namun, kekurangan alat ini adalah harus

selalu dilakukan kalibrasi ulang atau pengaturan ketinggian ulang setelah melakukan penggantian sumber energi. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sumber energi yang dapat bertahan lebih lama sehingga konsistensi data dapat terjaga. Penggunaan *Solar cell* merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Selain *Solar cell* dan aki sumber energi adalah listrik dari penyedia listrik Negara, namun penggunaan listrik ini harus menggunakan alat tambahan yaitu adaptor sebagai pengubah arus AC menjadi DC karena komponen-komponen yang digunakan dalam alat pendeteksi ini menggunakan arus DC atau arus searah, kekurangan lainnya yaitu jika terjadi pemadaman listrik Selain itu kondisi jaringan juga mempengaruhi kinerja alat, jika suatu daerah memiliki jaringan telekomunikasi yang lemah maka dapat menimbulkan delay dari pengiriman data atau bahkan alat tidak akan mengirimkan data.

Uji Perbandingan Waktu

Uji perbandingan waktu ini dilakukan selama 1x24 jam untuk mengetahui perbedaan waktu antara alat ukur dengan waktu normal (jam).



Gambar 11. Grafik Perbandingan Waktu Alat Ukur dan Waktu Normal

Berdasarkan hasil pengujian perbandingan waktu alat ukur dan waktu normal selama 1x24 jam diperoleh *delay* 1 menit. Waktu *delay* ini didapat pada menit ke-1360 pada alat *control* dan 1361 pada waktu normal. Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat waktu yang ditampilkan oleh LCD dan jam pada handphone sebagai

waktu pembanding. Pencatatan waktu dilakukan pada 60 menit pada 1 jam pertama dan 65 menit pada waktu berikutnya. Hal ini disesuaikan dengan waktu alat dalam mengirim data kepada nomor penerima. Perbandingan waktu dilakukan dengan satuan menit sehingga *delay* baru diketahui jika lebih atau sama dengan 1 menit.

Sms Gate Way Delphi

Uji penerimaan data dengan metode *sms gateway* bertujuan untuk mengetahui ketepatan waktu penerimaan data serta isi data dengan menggunakan PC.



Gambar 12. Tampilan Penerimaan Data Pada Delphi

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan *sms gateway* diperoleh hasil penerimaan data yang menyerupai hasil penerimaan data dengan menggunakan handphone. Yang membedakan dari kedua cara ini adalah *sms gateway* menggunakan PC dengan tambahan Neo GSM sebagai pembaca sim card dan usb sebagai penghubung ke PC. Aplikasi Sms Gateway banyak digunakan dalam berbagai aktifitas karena kapasitas penerimaan sms yang besar atau dapat menerima sms dari banyak nomor serta dapat menyebarkan informasi ke banyak nomor pula. Pengaplikasian sms gateway misalnya pada program-program

yang yang membutuhkan aplikasi tambahan seperti konversi data dalam bentuk grafik tergantung kebutuhan dan kemampuan programmer. Program *Sms Gateway* Delphi biasanya diberikan 1 paket dengan Neo GSM sehingga mempermudah pengguna alat. Contoh program yang dimaksud adalah seperti pada gambar (14), program ini sudah memiliki fungsi pembaca sms maupun kemampuan telepon. Untuk pengembangan selanjutnya dapat membuat program sendiri sesuai dengan kebutuhan, misalnya untuk menampilkan hubungan antara waktu dan ketinggian permukaan air, karena data yang terkirim telah dilengkapi dengan separator atau pemisah statemen antara waktu dan ketinggian sebagaimana yang telah ditampilkan pada Gambar (9).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang dari penelitian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem yang telah dibuat dapat digunakan untuk telemetri ketinggian permukaan air.
2. Ketinggian permukaan air dapat diukur dengan akurat menggunakan *absolute rotary encoder*.
3. Nilai delay dapat dipengaruhi oleh waktu pengiriman data serta kondisi jaringan.

Saran

Dalam penggunaan sumber energi sebaiknya memakai energi yang dapat bertahan lama sehingga tidak terlalu sering melakukan penggantian sumber energi serta pemilihan lokasi penempatan alat sangat berpengaruh terhadap ketepatan waktu kirim data.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim¹,2012. *Manual book Neo GSM Starter Kit*.

Artanto, Dian. 2009. Merakit PLC dengan

Mikrokontroler. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo

Cahaya, Yuni. 2012. *Kajian Perubahan Pola Gerusan Pada Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit*. [dalam skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Prasetio, Teguh. 2013. *Perancangan Sistem SMS Gateway Sebagai Media Informasi Nilai dan Absen Siswa SMAN 1 Gariwangi*. [naskah publikasi]. Yogyakarta: STMIK AMIKOM.

Ramaditya, Dionisius. 2015. <https://www.scribd.com/document/95731167/Rotary-encoder>. Akses pada 3 Januari 2015.

Sapsal, Muhammad Tahir. 2012. *Desain dan Pengujian Prototype Mesin Pemupuk Butiran Laju Variabel Empat Baris untuk Pertanian Presisi*. [dalam tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.