

SISTEM DATA LOGGER TINGGI MUKA AIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BERBASIS MIKROKONTROLER

M. Andang Novianta¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 7 Desember 2009, revisi masuk : 14 Januari 2010, diterima: 25 Januari 2010

ABSTRACT

This paper discusses about a distance of water level measurement system which takes a case in a drainage basin. The collected data in data logger will be used as a reference for decision makes concerning the water rate of flow accumulation so we will be able to predict flood or landslide disaster early. The research purpose was designed a digital water level telemetry system to acquire a database system digitally. The results show that the system works well as expected.

Keyword: Telemetry, Water Level, Drainage Basin, Data Logger

INTISARI

Makalah ini membahas tentang pengukuran jarak jauh tinggi muka air (TMA) dengan mengambil studi kasus pada suatu daerah aliran sungai (DAS). Data pengukuran yang tersimpan akan digunakan sebagai pengambil keputusan terhadap akumulasi debit air yang dapat ditampung sehingga ancaman bencana alam baik banjir atau longsor dapat diketahui secara dini. Tujuan penelitian ini adalah merancang suatu alat telemetri pengukuran tinggi muka air secara digital dan berbasis sistem *database*, sehingga data pengukuran tersimpan secara digital. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian sistem diperoleh hasil dari alat serta sensor menunjukkan unjukkerja sistem yang baik.

Kata Kunci: Telemetri, TMA, DAS, Data Tersimpan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang masuk pada wilayah tropis dengan tingkat curah hujan yang relatif tinggi dibanding dengan negara-negara diluar wilayah tropis. Dengan semakin tingginya curah hujan di suatu kawasan tertentu akan berdampak baik dan bisa juga berdampak buruk. Dampak baiknya sudah jelas adalah tingkat kesuburan tanah yang tinggi sehingga menjadikan tingkat komoditas pangan pada wilayah tersebut. Akan tetapi dampak buruknya harus diperhatikan karena menyangkut keselamatan banyak orang, terutama di daerah dengan tingkat curah hujan yang tinggi, akan tetapi tidak imbang dengan tingginya nilai penyerapan air oleh tanah yang disebabkan oleh buruknya sistem *drainase* pada kawasan tertentu, maka akumulasi air limpahan akan terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) setempat. Jika akumulasi yang terjadi mempunyai debit yang dapat ditampung oleh DAS

maka ancaman luapan air berupa banjir tidak terjadi, tetapi jika debit akumulasi-nya berlebihan akan menimbulkan bahaya banjir.

Dengan memasang titik-titik pantau perubahan permukaan tinggi muka air di sepanjang DAS, maka akan bisa dipantau kenaikan muka air DAS secara tepat dan cepat. Diharapkan dengan titik-titik stasiun pantau tersebut, kenaikan muka air DAS bisa dipantau dan dicatat pada selang waktu tertentu. Data-data yang tersimpan tersebut dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dan prediksi kejadian masa mendatang berdasarkan bentuk kenaikan tinggi muka air. Selain itu dengan stasiun pantau muka air DAS bisa secara cepat dipantau nilai tinggi muka airnya (TMA) sehingga saat terjadi akumulasi air pada daerah aliran sungai tersebut maka bisa disimpulkan secara cepat pula berkaitan dengan proses evakuasi masyarakat yang tinggal

¹m_andang@akprind.ac.id

di sepanjang DAS yang termasuk pada area bahaya rawan bencana banjir.

Untuk mewujudkan ide pembuatan stasiun pantau tentunya harus memahami teknik pengukuran dan perancangan alat stasiun pantau itu sendiri, sehingga bisa digunakan masyarakat sebagai wujud penerapan teknologi dalam menjamin keamanan, kesejahteraan hidup, serta keselamatan yang berkelanjutan.

Permasalahan yang ada bagaimana mengubah suatu gerak mekanik ke dalam sistem digital setelah itu mengubah menjadi suatu *database* pada komputer yang digunakan untuk mengetahui besar debit air pada suatu aliran daerah sungai.

Rumusan permasalahan ini yang ada yaitu bagaimana rancangan sistem dan stasiun pemantauan pengukuran jarak jauh (telemetry) yang terbaik terhadap parameter-parameter gejala banjir dan tanah longsor yang mampu menjamin kompatibilitas dan interoperabilitas.

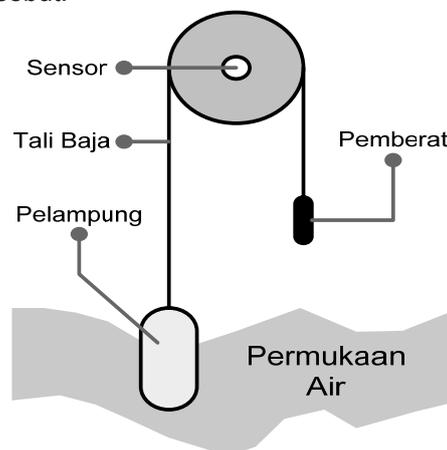
Tujuan penelitian yaitu merancang serta membuat sistem telemetri tinggi muka air pada debit aliran sungai secara digital yang dapat dijadikan petunjuk mampu tidaknya DAS berperan sebagai pengatur proses, khususnya dari segi hidrologi berbasis komputer. Selain itu, dari data sistem keluaran DAS tersebut dapat dievaluasi kondisi DAS yang bersangkutan, sehingga apabila terjadi bencana banjir dapat diketahui secara dini.

Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggungan dari gunung yang menampung air hujan dan menyimpan kemudian disalurkan ke laut melalui sungai utama. DAS yaitu suatu sistem dalam bidang hidrologi, sehingga terdapat sistem masukan serta sistem keluaran. Salah satu keluaran dari sistem DAS adalah debit aliran sungai. Debit aliran sungai merupakan integrator dari suatu DAS, hal ini mengartikan bahwa debit aliran sungai adalah penyimpan informasi tentang ciri dan kondisi DAS tersebut. (Asdak, 2002)

Terdapat bermacam-macam teknik pengukuran tinggi muka air berdasarkan media penginderaan, akan tetapi

yang perlu diperhatikan yaitu pembacaan nilai oleh sensor yang dapat dipertanggung jawabkan keakuratannya.

Pada program penelitian ini akan dipakai teknik pengukuran tinggi muka air dengan teknik menyentuh air dengan model pelampung. Pada teknik ini sensor tidak berinteraksi secara langsung dengan permukaan yang akan diukur tingginya, akan tetapi dengan media perantara lain yaitu berupa pelampung yang mengapung pada permukaan air yang akan diukur dan dihubungkan sebuah pemberat melalui tali baja lentur. Sensor yang digunakan pada model ini bisa menggunakan jenis *rotary encoder* maupun jenis resistansi seperti *wire wound* seperti yang dikembangkan pada program penelitian ini. Pelampung berfungsi untuk memantau setiap variasi tinggi muka air dan pemberat digunakan untuk mempertahankan tegangan tali agar setiap variasi permukaan air bisa dipantau oleh sensor. Setiap perubahan penurunan dan kenaikan permukaan air akan diikuti oleh perubahan sudut putar dari sensor dengan kalkulasi sederhana berdasarkan nilai datum DAS setempat dapat diketahui tinggi muka air DAS tersebut.



Gambar 1. Model Pengukuran Teknik Pelampung

Model pengukuran seperti ini banyak diterapkan karena bisa memantau variasi tinggi muka air secara terperinci dan juga sensor terhindar dari adanya rendaman sedimentasi lumpur, tetapi kelemahannya yaitu operasional pemasangan yang relatif lebih sulit dari metode yang lain, karena selain harus dilakukan

kalibrasi juga perlu diperhatikan faktor dari gesekan (*friction*) antara lingkaran sensor (*pulley*) dengan tali peregang akibat frekuensi perubahan tinggi muka air yang cepat.

Terdapat suatu kajian-kajian terkait yang telah dilaksanakan oleh beberapa peneliti sebelumnya dengan hasil hipotesis yang berbeda-beda. Pada dasarnya adanya diversifikasi penelitian dalam satu kaitan masalah merupakan sebuah mata rantai yang bisa menentukan kesempurnaan hasil sehingga terdapat wujud berupa sistem yang nyata dan bisa langsung diterapkan pada masyarakat.

Menurut Harto S,(2000) bahwa Hidrograf bisa digambarkan sebagai penyajian grafis antara salah satu unsur aliran terhadap satuan waktu. Hidrograf akan menunjukkan suatu tanggapan secara menyeluruh dari DAS terhadap suatu masukan yang tertentu. Sesuai dengan sifat serta perilaku DAS yang bersangkutan, hidrograf aliran akan selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu adanya masukan. Bentuk hidrograf pada umumnya sangat dipengaruhi oleh sifat hujan yang terjadi, akan tetapi juga dapat dipengaruhi oleh sifat DAS yang lain.

Menurut Siswoyo H, (2003), DAS adalah suatu sistem hidrologi, sehingga terdapat sistem masukan serta sistem keluaran. Salah satu keluaran dari sistem DAS yaitu debit aliran sungai. Debit aliran sungai adalah integrator dari suatu DAS. Hal ini mempunyai arti bahwa debit aliran sungai merupakan penyimpanan informasi tentang ciri dan kondisi DAS tersebut. Debit aliran sungai ini dapat dijadikan petunjuk mampu tidaknya suatu sistem DAS dapat berperan dalam mengatur proses, khusus dari segi sistem hidrologi. Selain itu, dari sistem keluaran DAS tersebut dapat dievaluasi kondisi DAS yang bersangkutan. Dengan demikian masukan ke dalam suatu DAS dapat dioptimalkan menjadi suatu keluaran yang baik dengan mengatur kondisi biofisik yang ada pada DAS tersebut. Adanya suatu perubahan penggunaan lahan pada DAS akan mengakibatkan terjadinya perubahan efektifitas perlakuan dari DAS. Informasi debit aliran sungai akan memberikan hasil yang lebih bermanfa-

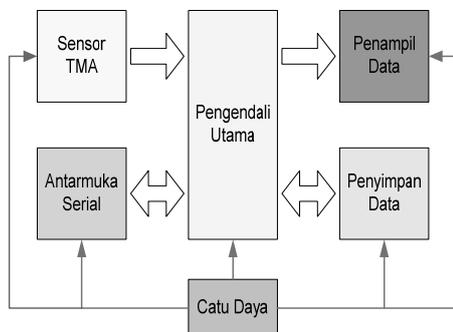
at apabila disajikan dalam bentuk hidrograf. Namun demikian tidak semua DAS mempunyai data pengukuran debit air, hanya sungai-sungai yang memiliki DAS yang telah dikembangkan akan mempunyai data pengukuran debit yang cukup relevan. Melalui model suatu hidrograf satuan sintetis, optimasi penggunaan lahan pada suatu DAS akan dapat dilakukan dengan merubah pola hidrografnya. Adapun tujuan penelitian yang telah dilakukan oleh Hari Siswoyo adalah memberikan wacana tentang model hidrograf satuan sintetis selain untuk keperluan prediksi debit banjir atau aliran di sungai dapat juga sebagai dasar perencanaan bangunan air, dan memberikan wacana gambaran awal terhadap penggunaan suatu metode alternatif penggunaan lahan sebagai bagian kegiatan pengelolaan DAS.

Menurut Hakim ML, dkk (2008), Penelitian ini mengenai pengaruh tekstur tanah terhadap suatu karakteristik unit hidrograf dan model pendugaan banjir ini pada daerah aliran sungai (DAS) di daerah Kalimantan Timur dilakukan karena intensitas dan luasan daerah banjir semakin meningkat. Hasil dari analisis menunjukkan tekstur tanah berpengaruh terhadap debit puncak dan waktu saat menuju debit puncak, dimana tanah bertekstur lempung akan memiliki debit puncak yang lebih tinggi bila dibandingkan pada tanah bertekstur pasir dan tanah liat, sedangkan untuk waktu menuju debit puncak dimana tanah bertekstur liat memiliki waktu menuju debit puncak yang lebih cepat dibandingkan dengan tanah bertekstur lempung dan bertekstur pasir. Pendugaan banjir (debit puncak dan waktu saat menuju debit puncak) berdasarkan karakteristik lahan serta geomorfologi DAS dapat mensimulasi debit puncak dan waktu menuju debit puncak dengan hasil tidak berbeda dengan pengukuran.

Pada dasarnya sistem pemantauan dan penyimpanan data tinggi muka air (DAS) mempunyai konfigurasi penyusun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Seperti yang terlihat pada Gambar 2, pengendali utama merupakan jantung sistem yang menerima serta mengolah data secara cepat dan berurutan dari

semua perangkat dan akan mengirimkan data secara cepat menuju perangkat

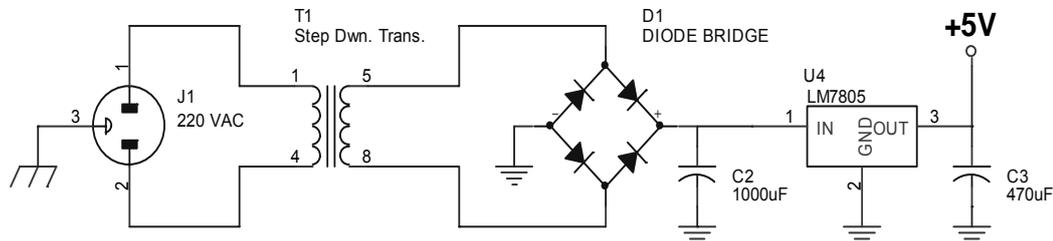


Gambar 2. Blok Diagram Pemantau Tinggi Muka Air

Catu Daya, unit ini berfungsi memberi asupan arus dan tegangan ke semua unit elektronis sistem, sehingga jika terjadi kegagalan pada unit ini maka semua komponen elektronis sistem akan terganggu. Untuk alat yang akan digunakan dalam penelitian ini diperlukan asupan arus yang nilainya tidak terlalu besar

yang lain sebagai wujud pengendalian baik terbuka maupun tertutup.

yaitu kurang dari 100 mA namun perlu diperhatikan adalah adanya kestabilan tegangan catu daya sebesar 5 volt dengan toleransi $\pm 10\%$, untuk mendapatkan tegangan yang stabil pada kisaran tersebut digunakan sebuah IC regulator tersebut digunakan sebuah IC regulator dengan tipe 7805. Seperti yang terlihat pada Gambar 3, terdapat IC penstabil tegangan yaitu IC LM7805 yang menyetabilkan tegangan keluaran tepat sebesar 5 volt dengan toleransi $\pm 10\%$. Adapun IC LM7805 membutuhkan tegangan masukan yang lebih besar daripada tegangan keluaran stabilnya yaitu nilainya lebih dari 5 volt. Penggunaan kapasitor adalah sebagai penapis frekwensi rendah yang dapat menghindarkan terhadap adanya cacat arus yang masih terjadi dikarenakan hasil penyearahan oleh diode *bridge* yang masih belum halus, sehingga masih membutuhkan beberapa tingkat penyaringan hingga diperoleh bentuk yang ideal sebagai arus searah (DC) stabil.



Gambar 3. Sistem Pencatu Daya Stabil 5 volt



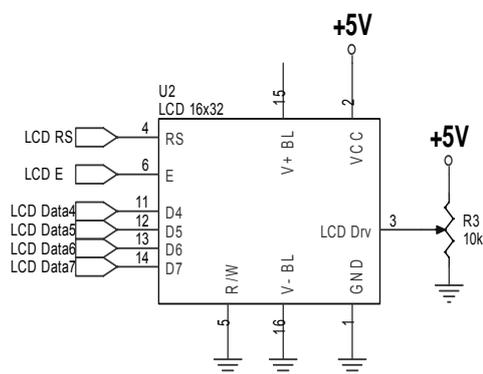
Gambar 4. Bentuk Fisik Potensiometer Jenis Wire Wound

Sensor Tinggi Muka Air, sensor yang digunakan pada penelitian ini ada-

lah jenis potensiometer *wire wound* yang dianggap sebagai pembagi tegangan masukan yang tetap. Nilai tegangan masukan yang tetap diumpangkan dari tegangan catu sumber yaitu sebesar +5 volt. Potensiometer *wire wound* memiliki keluaran berupa tegangan yang bervariasi tergantung dari sudut putar yang diberikan dimana sudut putar yang terjadi sebanding dengan tingkat variasi tinggi muka air yang terukur.

Pengendali Utama, pada mikrokontroler ATmega 8535 untuk pengendali utama sistem. Mikrokontroler akan melakukan antar muka dengan perangkat lain. Pada operasionalnya diperlukan beberapa penambahan komponen pasif

yaitu saklar *push on* sebagai tombol menu operasional yang terdiri dari fungsi tar secara eksternal karena menggunakan komponen penggetar internal yang terkalibrasi sebesar 4 MHz. Penampil LCD digunakan jenis dot-matrik dengan ukuran 7x5 titik per karakter dengan baris sebanyak 2 serta kolom sebanyak 16 sehingga total karakternya adalah 32 buah. Jenis karakter yang dapat ditampilkan adalah karakter ASCII, selain itu juga karakter kreasi sendiri (*customize*).



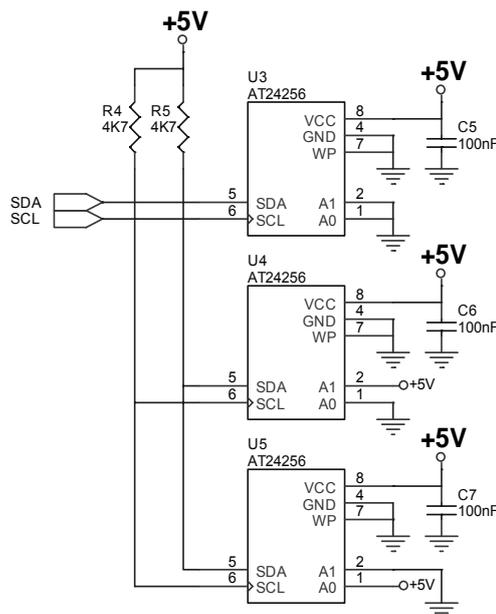
Gambar 5. Rangkaian Penampil LCD

Mode komunikasi yang dipakai antara mikrokontroler dan perangkat LCD menggunakan mode 4-bit ke jalur data. Kelebihan dari mode ini adalah tidak memerlukan pengkawatan yang sangat banyak sehingga bisa menghemat pin-pin *input/output* mikrokontroler dan bisa dialokasikan untuk keperluan ini, sedangkan kelemahannya yaitu semakin panjang waktu eksekusi perintah untuk menampilkan karakter-karakternya bila dibandingkan dengan mode 8-bit, akan tetapi jika dengan kecepatan eksekusi dari mikrokontroler kelemahan ini akan bisa diabaikan.

Penyimpanan Data, dari IC memori yang akan digunakan untuk menyimpan memori adalah tipe AT24C128 produksi ATMEL dengan kapasitas 16 Kbyte untuk tiap kepingnya, sehingga bila menggunakan 3 keping maka diperoleh total kapasitas penyimpanan data sebesar 48 byte.

Dengan menggunakan komunikasi I2C maka ketiga keping IC memori tersebut dapat dikaskade dengan menggunakan jalur data secara bersama-sama. Pada setiap keping IC memori ter-

UP, DOWN dan SET. Pengendali utama tidak menggunakan komponen pengge- dapat pin A0 dan A1, jika dilihat secara seksama kondisi logika pada kedua pin tersebut untuk ketiga buah IC memori adalah berbeda. Perbedaan yang ada tersebut berupa kombinasi digital 2-bit, sehingga maksimal kaskade yang bisa dilakukan pada IC memori AT24C128 sebanyak 4 keping.

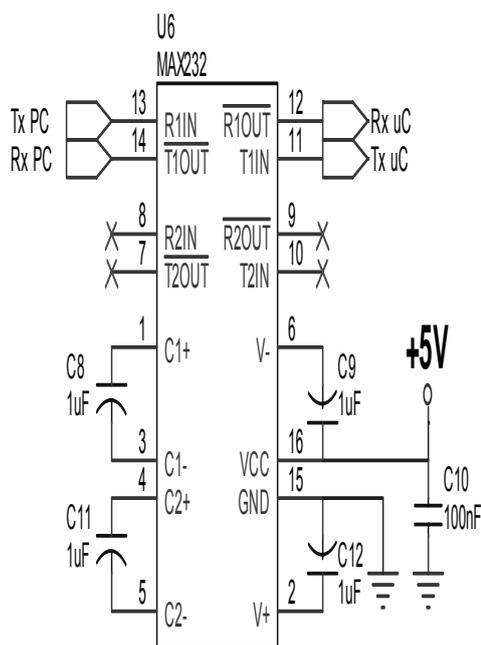


Gambar 6. Rangkaian Penyimpanan Data

Sebagai standar operasional pada sistem komunikasi I2C, disarankan menggunakan resistor *pull up* menuju tegangan sumber (VCC) sebesar 4K7 Ω pada masing-masing pin SCL dan SDA dari IC memori. Secara internal pada mikrokontroler terdapat resistor *pull up* akan tetapi nilainya tidak mencukupi apabila difungsikan untuk komunikasi I2C, dan untuk menjaga kestabilan kerja pada masing-masing IC memori, digunakan kapasitor 100 nF yang mengkompensasi fluktuasi tegangan sumber yang terjadi pada IC memori.

Komunikasi *Serial* UART, komunikasi antara perangkat komputer dengan mikrokontroler secara *serial* tidak bisa dihubungkan secara langsung. Hal ini karena mikrokontroller menggunakan *aras/level* TTL ini sebagai dasar logika digitalnya yaitu logika LOW = 0 volt dan logika HIGH = 5 volt, sedangkan pada

komputer mempunyai rentang yang unik yaitu logika LOW = + 5 volt hingga + 15 volt dan logika HIGH = -5 volt hingga -15 volt. Perbedaan ini bisa diatasi dengan menggunakan IC MAX232 yang mampu mengadaptasi komunikasi antara komputer dengan mikrokontroler, hal ini karena pada IC tersebut sudah dibentuk khusus agar bisa mengenali logika digital dari dua jenis rentang tersebut.



Gambar 7. Rangkaian Komunikasi Serial

Agar bekerja secara normal, pada IC MAX232 diperlukan suatu komponen pendukung yaitu kapasitor yang akan membantu pada proses pemompaan muatan yang terjadi pada IC MAX232. Mekanisme daripada pemompaan secara elektronis diterapkan agar pin masukan yang akan terhubung dengan aras/level tegangan besar ($\pm 30V$) dari komputer dapat dikenali, hal ini mengingat bahwa tegangan suplai dari IC MAX232 hanya + 5 volt sehingga butuh pengkondisian. Data Hasil Pengamatan Setelah dilakukan ujicoba dalam kurun beberapa hari (satu minggu) dengan pengambilan data pada sore hari dan dalam selang waktu selama 10 menit. Data-data yang terda-

pat pada Tabel 2 merupakan data yang diambil dilokasi yang representatif.

PEMBAHASAN

Dengamatan pada sistem elektronis berguna untuk mengetahui karakteristik elektris sistem. Data hasil pengamatan diperoleh terutama dari sistem catu daya berupa nilai arus dan tegangan seperti nampak pada Tabel 1.

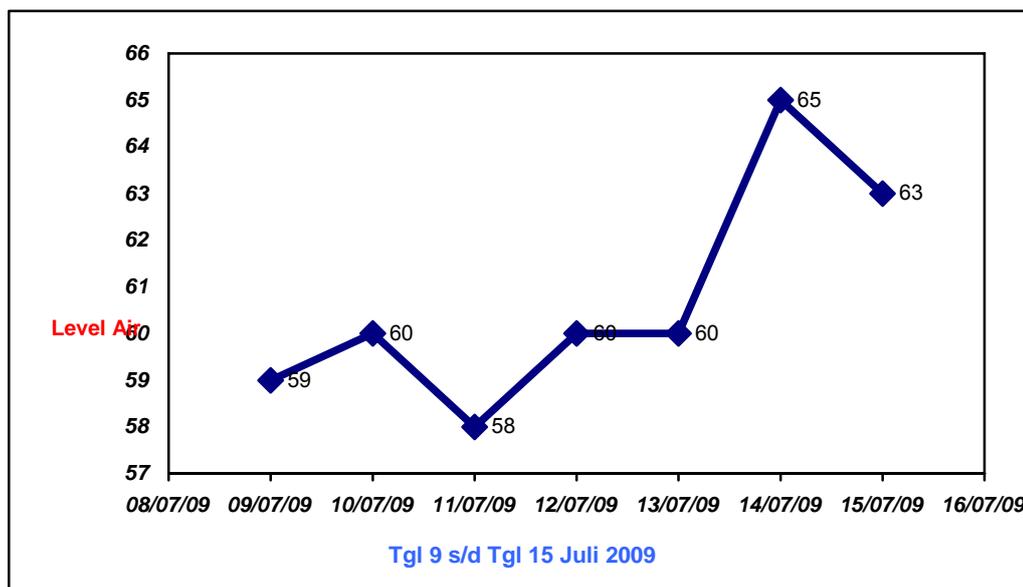
Tabel 1. Data Arus dan Tegangan Catu Daya

No	Titik Pengukuran	Tegangan (Volt)	Arus (Ampe-re)
1	Pin Input IC 7805	13.5 V	75 mA
2	Pin Output IC 7805	5.6 V	60 mA
3	Pin VCC IC ATmega8535	4.8 V	25 mA
4	Pin VCC LCD 16x2	4.8 V	30 mA
5	Pin VCC Sensor Wire wound	4.7 V	0.5 mA

Tabel 2. Pengukuran Tinggi Muka Air Pada Tanggal 9-15 Juli 2009

No	Tgl/Bln/Thn	Waktu	Level air
1	09/07/2009	15-16:40	59 cm
2	10/07/2009	16-16:52	60 cm
3	11/07/2009	15-16:20	58 cm
4	12/07/2009	15-16:40	60 cm
5	13/07/2009	16-17:00	60 cm
6	14/07/2009	16-17:00	65 cm
7	15/07/2009	16-16:40	63 cm

Dari data hasil pengamatan tersebut dapat dilihat bahwa pada titik suplai listrik sumber tidak terdapat perubahan yang signifikan pada nilai arusnya. Hal ini disebabkan karena pemakaian arus listrik yang cenderung tetap dan kecil oleh perangkat semikonduktor seperti IC memori, LCD dan IC mikrokontroler. Untuk nilai tegangan cenderung stabil pada nilai $5 V \pm 10\%$.



Gambar 8. Grafik Level Air dari Tanggal 9 Juli s/d 15 Juli 2009

KESIMPULAN

Hasil perancangan alat ini dapat membantu mengukur secara jarak jauh (telemetry) suatu perubahan muka tinggi air pada daerah aliran sungai (DAS) serta merekam data yang didapat ke dalam personal komputer.

Penggunaan daripada IC ATMe-ga 8535 sangat efektif sebagai pengolah data pengirim dan pengolah data penerima disebabkan tidak membutuhkan ADC eksternal.

Dengan pemantauan perubahan tinggi muka air kapan saja, maka hasil pengukuran dari sistem akan berguna untuk memprediksi debit DAS dimasa yang akan datang dan juga berfungsi sebagai bahan pertimbangan didalam pemanfaatan lahan disekitar DAS.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Siswoyo.H (2003). *Makalah Pengantar Falsafah Sains*. Malang: Universitas Brawijaya. http://rudycr.com/PPS702-ipb/06223/hari_siswoyo.htm. Diakses tanggal 25 September 2009

Hakim.M.L O. Haridjaja, Sudarsono, dan G. Irianto. (2008). *Pengaruh Tekstur Tanah Terhadap Karakteristik Unit Hidrograf dan Model Pendugaan Banjir*. (Studi Kasus di DAS Separi, Kutai, Kartanegara). Kalimantan Timur.

Montarich L. (2007). *Hidrograf Satuan Sintesis Untuk DAS Di Indonesia*. (Penelitian BPP Fakultas Teknik). Malang: Universitas Brawijaya. <http://bppft.brawijaya.ac.id/?hlm=bpenelitian&view=full&thnid=2007&pid=1199415768>. Diakses tanggal 25 September 2009

Sri Harto Br. (2000). *Hidrologi (Teori, Masalah, dan Penyelesaian)*. Yogyakarta: Nafiri Offset.