

PERANCANGAN DAN PENERAPAN ALAT UKUR KEKERUHAN AIR MENGUNAKAN METODE NEFELOMETRIK PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR DENGAN *MULTI MEDIA CARD* (MMC) SEBAGAI MEDIA PENYIMPANAN (STUDI KASUS DI PDAM JEMBER)

*DESIGN AND APPLICATION OF TURBIDITY MEASURE WATER USING NEFELOMETRIK
METHOD IN WATER TREATMENT PLANT WITH MULTI MEDIA CARD (MMC) AS MEDIA
STORAGE (CASE STUDY IN PDAM JEMBER)*

Fajri Rachmansyah, Satrio Budi Utomo, Sumardi
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: fajreerachmansyah@gmail.com

Abstrak

Air keruh merupakan salah satu ciri air yang tidak bersih dan tidak sehat. Dari survei yang telah dilakukan di IPA Tegal Besar milik PDAM Jember, dalam memonitoring tingkat kekeruhan yang terjadi operator masih menggunakan cara konvensional yaitu dengan memperkirakan nilai kekeruhan secara visual (kasat mata) dan mencatat hasil pengamatannya secara manual. Metode Nefelometrik merupakan suatu metode pengukuran kekeruhan air dengan cara melewatkan sumber cahaya pada air sehingga intensitas cahaya yang dipantulkan oleh bahan-bahan penyebab kekeruhan dapat diketahui. Semakin tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan maka tingkat kekeruhannya semakin tinggi. Dengan penggunaan led sebagai sumber cahaya dan fotodiode sebagai detektor cahaya dipadukan dengan pemrosesan menggunakan mikrokontroler Atmega 32, maka tegangan dari sensor fotodiode yang berupa data analog dapat diolah menjadi data digital menggunakan fasilitas ADC (*Analog to Digital Converter*) dan dapat ditampilkan di lcd. Penambahan data logger juga digunakan menggunakan media penyimpanan sd card sehingga operator tidak perlu lagi mencatat data secara manual. Alat ini mampu mendeteksi kekeruhan hingga 20 NTU. Dengan error persen rata-rata sebesar 7,56 %.

Kata Kunci: ATmega32, data logger, kekeruhan air, nefelometrik.

Abstract

*Turbid water is one of the characteristics of water that is not clean and not healthy . Of surveys that have been conducted in IPA Tegal Besar owned PDAM Jember, in monitoring the level of turbidity that occurs operators still use the conventional way is to visually estimate the turbidity value (visible) and the observations recorded manually. Metode Nefelometrik is a method of measuring turbidity by passing a light source in the water so that the intensity of the light reflected by the material causing high turbidity can be seen. The higher intensity of the scattered light turbidity levels higher too. With the use of LED as a light source and a photodiode as a light detector combined with processing using microcontroller Atmega 32, the voltage of the photodiode sensor in the form of analog data into digital data can be processed using the facilities ADC (*Analog to Digital Converter*) and can be displayed on the lcd. The addition of the data logger is also used to use the sd card storage media so that operators no longer need to manually record data. This tool is able to detect up to 20 NTU turbidity. With average percent error of 7.56%.*

Keywords: ATmega32, data logger, water turbidity, nefelometric.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup, seperti untuk kebutuhan sehari-hari, sarana transportasi dan sebagai sumber energi seperti untuk PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Kekeruhan (turbidity) adalah keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang akibat kehadiran zat-zat tak terlarut [1]. Sebagaimana kita ketahui, air keruh merupakan salah satu ciri air yang tidak bersih dan tidak sehat.

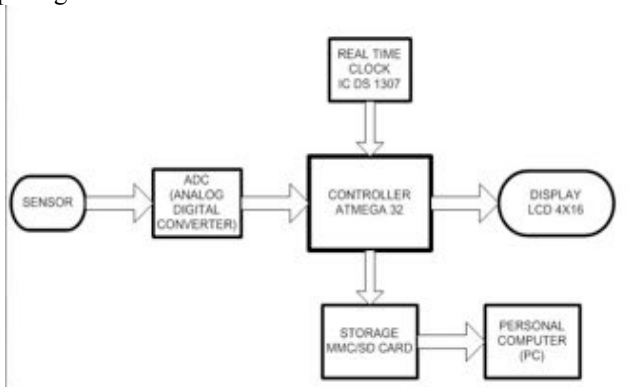
Pengonsumsi air keruh dapat mengakibatkan timbulnya berbagai jenis penyakit seperti cacingan, diare dan penyakit kulit. Air bersih sangat dibutuhkan khususnya daerah perkotaan yang menggunakan fasilitas PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) untuk sumber air bersih. Tidak terkecuali Kabupaten Jember, sekitar 50% akan kebutuhan air bersih dipasok dari PDAM. PDAM Kabupaten Jember khususnya menyuplai air dari sungai atau menggunakan air permukaan yang tingkat kebersihannya tergantung pada keadaan air sungai. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, operator PDAM tersebut

mendeteksi kekeruhan pada instalasi pengolahan air masih menggunakan metode konvensional (visual) dan mencatat nilai perubahan kekeruhan yang terjadi secara manual. Dengan mempertimbangkan kondisi tersebut maka dapat dilakukan penelitian dengan cara dibuatnya alat pengukuran kekeruhan air yang bekerja secara digital dan disertai sistem data logger yang dapat digunakan untuk menyimpan data pada periode tertentu sesuai yang diinginkan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian disini meliputi 2 tahap yakni pembuatan *hardware* dan pembuatan *software*. Pembuatan *hardware* meliputi pembuatan mekanik / wadah dan juga pembuatan rangkaian elektronik dari alat itu sendiri. Rangkaian yang digunakan antara lain rangkaian Sistem Minimum, rangkaian LCD, modul *SD card*, dan rangkaian pewaktu (RTC). Sedangkan pembuatan *software* terdiri atas pembuatan *software* sistem *data logger* pada mikrokontroler menggunakan bahasa C pada perangkat lunak Code Vision AVR.

Desain rancangan rangkaian elektronik alat bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Secara umum blok diagram dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sepasang sensor intensitas cahaya yang terdiri dari LED sebagai sumber cahaya dan fotodiode berfungsi sebagai detektor cahaya. Pembacaan sensor cahaya memanfaatkan perubahan nilai resistansi pada fotodiode. Dari perubahan nilai resistansi tersebut maka akan berpengaruh pada tegangan keluaran fotodiode.
2. Mikrokontroler ATmega 32 sebagai pusat pengelolaan data yang diprogram menggunakan bahasa C. Tegangan keluaran fotodiode yang berupa data analog selanjutnya akan diolah oleh mikrokontroler menggunakan fasilitas ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk diubah menjadi data digital 8 bit. Hasil dari pengolahan data kemudian ditampilkan di LCD.
3. LCD (*Liquid Cristal Display*)
Komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dll. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan

[2]. Penampil LCD digunakan untuk mengetahui proses atau status yang terjadi pada sistem.

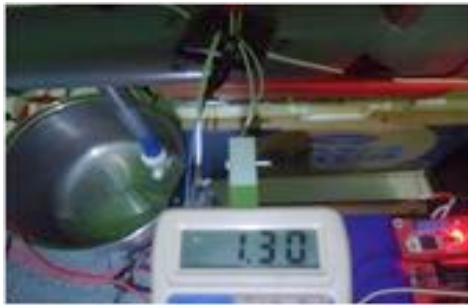
4. Data logger dan MMC modul difungsikan untuk menyimpan data-data perekaman kekeruhan air untuk setiap periode tertentu. Untuk mendukung sistem penyimpanan data untuk jangka waktu sampai satu minggu lebih, diperlukan memori tambahan. Memori tambahan yang digunakan untuk kali ini adalah SD (*Secure Digital*) card atau MMC (*MultiMedia Card*) yang sudah seringkali digunakan sebagai media penyimpanan data-data digital seperti pada kamera digital dan telepon seluler (ponsel). SD Card (atau MMC) dapat digunakan sebagai memori yang dapat diganti dengan mudah sehingga memudahkan dalam ekspansi ke kapasitas memori yang lebih besar. Tersedia Ferroelectric Nonvolatile RAM (FRAM) yang dapat digunakan sebagai buffer sementara dalam mengakses SD Card (atau MMC) atau sebagai tempat penyimpanan data lain [3]. Sistem komunikasi antara modul SD Card dengan mikrokontroler ATmega 32 melalui fungsi SPI.
5. Real Time Clock (RTC) DS 1307 berfungsi membaca waktu (detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun). Dengan adanya RTC maka pencatatan pada memori card teridentifikasi dengan baik. Rangkaian RTC dikomunikasikan dengan mikrokontroler melalui fasilitas I2C. I2C adalah antarmuka dua jalur bus yaitu SDA (*Serial Data Line*) dan SCL (*Serial Clock Line*). Setiap perangkat yang terhubung dialamatkan secara *software* dengan alamat yang unik. Pada jalur tersebut terdapat komunikasi *master-slave* diantara dua perangkat yang terhubung.

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program mikrokontroler yaitu *CodeVision AVR C Compiler* dengan menggunakan bahasa C. Selanjutnya program ini disimpan dalam memori data dan memori program. Adapun diagram alir dari program utama ditunjukkan pada gambar 2.

Diagram alir menunjukkan bahwa inisialisasi ADC, MMC dan RTC dieksekusi terlebih dahulu kemudian dilakukan deklarasi variabel-variabel yang digunakan. Eksekusi program berikutnya adalah pembacaan data digital dari sensor fotodiode dan pembacaan waktu dari chip RTC DS1307. Hasil pembacaan disimpan dalam SD card dalam file berformat .csv yang dapat terbaca pada Microsoft excel.



Gambar 2 Diagram Alir Data Logger



Gambar 3 Tegangan saat Air Jernih

HASIL PENELITIAN

Pengujian Sensor

Hasil penelitian yang pertama didapatkan dari hasil pengujian sensor intensitas cahaya yang dibuat. Pada sensor intensitas ini menggunakan led berwarna merah sebagai sumber cahaya dan menggunakan fotodiode sebagai penerima cahaya. Ketika sensor mendeteksi air jernih maka fotodiode akan lebih banyak menerima pancaran cahaya dari led sehingga akan mempengaruhi tegangan dari fotodiode dalam mendeteksi tingkat kekeruhan air yang berbeda-beda.

Gambar 3 menunjukkan nilai tegangan keluaran pada fotodiode ketika dikondisikan pada air jernih. Gambar 4 menunjukkan nilai tegangan keluaran pada fotodiode ketika dikondisikan pada air keruh. Semakin besar nilai tegangan keluaran pada sensor fotodiode maka nilai ADC semakin besar pula seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 4 Tegangan saat Air Keruh

Tabel 1 Nilai ADC dari Sensor

No.	Tegangan Sensor (V)	Nilai ADC
1	0,1	4
2	1,39	135
3	1,41	147
4	1,92	201
5	2,1	220
6	2,26	244

Dari keluran ADC yang didapat selanjutnya akan dikonversi kedalam satuan kekeruhan air yang sebenarnya yaitu NTU. Untuk mengkonversikan nilai ADC ke dalam nilai kekeruhan satuan air yaitu NTU (Nefelometrik Turbidity Unit) dilakukan dengan cara pembuatan beberapa sampel air yang mempunyai nilai tingkat kekeruhan yang berbeda-beda. Hasil penkonversian nilai ADC ke dalam NTU didapatkan melalui sampel air yang sebelumnya telah diukur dengan turbidity meter yang telah terkalibrasi dengan larutan standar polimer formazin. Misalnya, saat sampel air terukur 1 NTU pada turbidity meter, kemudian sampel air tersebut diukur pada alat yang dibuat maka akan memberikan perubahan nilai ADC dengan kisaran 130-143. Dari nilai acuan inilah ketika nilai ADC bernilai 130-143 maka mikrokontroler akan memberi perintah untuk menampilkan satuan kekeruhan air sebesar 1 NTU. Dari percobaan yang telah dilakukan, alat dapat mendeteksi tingkat kekeruhan hingga 20 NTU. Hal ini karena ketika sampel air bernilai 20 NTU diukur pada alat yang dibuat, nilai ADC menunjukkan angka maksimal yaitu 255.

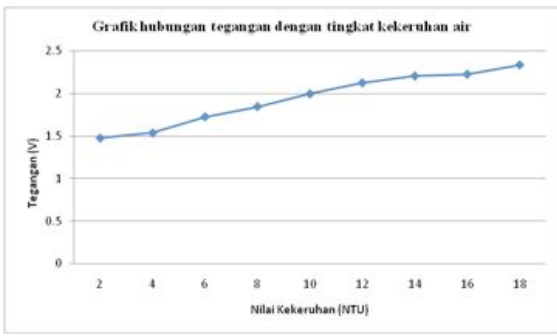
Dari hasil pengkonversian diatas, kemudian dilakukan pengujian pada beberapa sampel air keruh agar didapatkan data dan menganalisa hubungan antara nilai tegangan, nilai ADC dan nilai kekeruhan (NTU). Berikut hasil dari pengujian dijabarkan pada tabel 2.

Dari hasil pengambilan sampel beberapa air yang telah diketahui nilai kekeruhannya tersebut dapat diketahui hubungan antara tegangan yang dihasilkan sensor dengan tingkat kekeruhan melalui grafik seperti pada gambar 5 .

Dari grafik pada gambar 5 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan yang diukur maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan sensor yang juga menyebabkan nilai ADC juga semakin tinggi.

Tabel 2. Nilai Tegangan Sensor, ADC dan Nilai Kekeruhan.

NO.	Tegangan (V)	Nilai ADC	Nilai Kekeruhan (NTU)
1	1.48	150	2
2	1.54	161	4
3	1.73	175	6
4	1.85	187	8
5	2	200	10
6	2.13	218	12
7	2.21	223	14
8	2.23	231	16
9	2.34	239	18

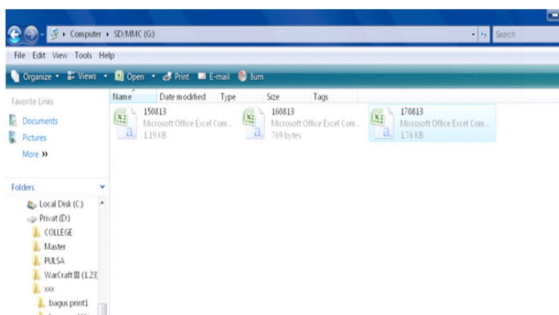


Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai Tegangan dengan Tingkat Kekeruhan

Pengujian Integrasi SD Card dengan RTC dan sensor.

Saat data logger dihidupkan maka SD Card akan dimount dan akan dibuat file baru dengan format tanggal bulan dan tahun, misalnya kita melakukan pengujian pada tanggal 17 Agustus 2013, maka file yang akan dibuat adalah 170813.csv. Setelah melakukan pembuatan file sistem mengizinkan untuk melakukan penulisan data ke SD Card. Setiap proses penulisan pointer akan berada diakhir file sehingga penulisan data akan terus bertambah dan akan terhindar dari penumpukan data. Pemberian nama file akan sesuai dengan tanggal, bulan dan tahun file itu dibuat dengan format.csv. Format penamaan yang digunakan dalam sistem ini adalah tanggal, bulan dan tahun. Sebagai contoh file 150813 mengartikan file tersebut dibuat pada tanggal 15 Agustus 2013. Jika selama proses penyimpanan terjadi pergantian tanggal, maka sistem akan menutup file yang lama dan membuat file baru dengan format penamaan menggunakan tanggal yang baru. Hasil pembuatan file pada SD Card dapat dilihat pada gambar 6.

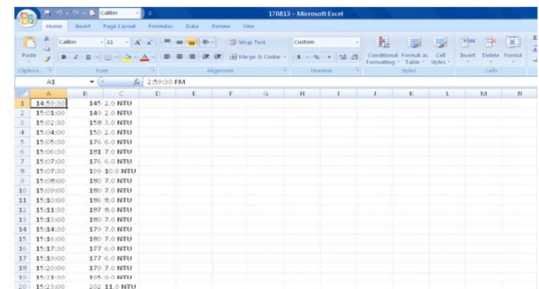
Pada gambar 7 dapat diketahui kolom pertama berisi data waktu RTC, kolom kedua berisi nilai ADC dari sensor sedangkan kolom ketiga berisi nilai kekeruhan air dalam satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Untuk melakukan perpindahan kolom dalam penulisan data menggunakan tanda baca koma (.). Sedangkan untuk melakukan perintah memindahkan baris menggunakan tanda \n. Dari gambar diatas pengujian integrasi sensor, RTC dan modul SD Card berjalan baik.



Gambar 6 Tampilan Hasil Pembuatan File pada SD Card

Setelah proses pembuatan file berhasil maka akan dilanjutkan pada proses penulisan data. Pada proses penulisan data hasil pembacaan sensor dan waktu dari register RTC akan ditulis pada SD Card. Data sensor dan

waktu yang terbaca pada saat itu akan ditampung pada variabel tulis untuk kemudian ditulis pada file yang sudah dibuat sebelumnya. Setelah file selesai ditulis maka file akan ditutup (unmount). Berikut ini hasil uji coba penulisan data pada file berformat.csv dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Tampilan penulisan data pada SD Card

Setelah dilakukan pengujian sejumlah 20 data dengan ukuran file 485 Byte. Hal ini berarti besarnya satu data berkisar ±24 Byte. Sedangkan kapasitas SD Card yang digunakan adalah sebesar 1,83 GB/1,83 Miliar Bytes. Dengan kapasitas sebesar itu maka media penyimpanan ini memungkinkan untuk menyimpan data sebanyak 91.500.000 data. Dengan asumsi jika kita melakukan penulisan data setiap 30 detik sekali maka dalam satu hari dapat dihasilkan data dengan kapasitas 67,2 KB. Sehingga SD Card dengan kapasitas 1,83 GB dapat menyimpan pembacaan data selama 75 tahun. Dengan rincian sebagai berikut:

- Kapasitas data 1 jam : $2 \times 60 \times 24 \text{ Byte} = 2880 \text{ Byte} = 2,8 \text{ KB}$.
- Kapasitas data 1 hari : $24 \times 2,8 \text{ KB} = 67,2 \text{ KB}$
- Kapasitas data 1 tahun : $365 \times 67,2 \text{ KB} = 24528 \text{ KB} = 24,52 \text{ MB}$
- Total Penyimpanan Jumlah Data : $1,83 \times 10^9 / 24,52 \times 10^6 = 74,63 \sim 75 \text{ tahun}$.

Pengujian Sistem Dilapangan

Pengujian alat dilakukan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) milik PDAM Jember di wilayah Tegal Besar. Alat skripsi yang dibuat akan ditempatkan pada pipa output air hasil filtrasi sebelum masuk ke bak reservoir. Setelah air hasil pengolahan ditampung di bak reservoir kemudian akan didistribusikan ke konsumen.

Sebagai perbandingan, data yang diukur dari sensor yang dibuat akan dibandingkan dengan data pengukuran dari Turbidity Meter produk dari Hanna Instrument type HI 93703 seperti pada gambar 8.



Gambar. 8 Turbidity Meter

Berikut ini adalah pengujiankeseluruhan alat yang dilakukan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) milik PDAM Jember di wilayah Tegal Besar. didapatkan hasil pengukuran sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3.

Nilai kekeruhan yang terukur berkisar antara 0,8-1 NTU.Nilai error persen yang didapatkan tertinggi yaitu bernilai 14,8% .Sedangkan nilai error persen terendah adalah sebesar 4,25%.Nilai error persen rata-rata dari pengukuran kekeruhan air adalah 7,56 %.Dari uji coba menunjukkan bahwa perbandingan antara alat skripsi dengan *turbidity meter* hanya memiliki perbedaan yang wajar.Hal ini dikarenakan adanya pembacaan sensor yang kurang stabil pada alat yang dibuat.Namun secara keseluruhan hasil dari alat ini sudah mendekati alat yang ada.Nilai error dari disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Error % pada Uji Coba Lapangan

Error dapat terjadi dikarenakan adanya nilai pembacaan sensor yang tidak stabil.Demikian pembuatan alat pengukuran dan *data logger* kekeruhan air dibuat.Semoga dapat diimplementasikan sesuai dengan fungsinya.

Tabel 3. Data Kekeruhan Air pada Pengukuran IPA Tegal Besar

Data	Waktu	Nilai asli (NTU)	Nilai alat (NTU)	Error %
1	9:52:00	0.94	1	6.30%
2	9:52:30	0.94	1	6.30%
3	9:53:00	0.94	1	6.30%
4	9:53:30	0.94	0.9	4.25%
5	9:54:00	0.94	0.9	4.25%
6	9:54:30	0.94	0.9	4.25%
7	9:55:00	0.94	0.9	4.25%
8	9:55:30	0.94	0.8	14.80%
9	9:56:00	0.94	0.8	14.80%
10	9:56:30	0.94	0.9	4.25%
11	9:57:00	0.94	0.9	4.25%
12	9:57:30	0.94	0.9	4.25%
13	9:58:00	0.94	0.9	4.25%
14	9:58:30	0.94	0.9	4.25%
15	9:59:00	0.94	0.9	4.25%
16	9:59:30	0.94	0.9	4.25%
17	10:00:00	0.93	0.8	13.97%
18	10:00:30	0.93	0.8	13.97%
19	10:01:00	0.93	0.8	13.97%
20	10:01:30	0.93	0.8	13.97%

KESIMPULAN

Perancangan dan penerapan alat ukur kekeruhan air menggunakan metode nefelometrik pada instalasi pengolahan air PDAM Jember yang disertai sistem *data logger* menggunakan *Multi Media Card* (MMC) berjalan dengan baik.

Nilai error persen rata-rata pada alat dalam pengukuran kekeruhan air sebesar 7,56 %.

Ketika nilai kekeruhan air terdeteksi 2 NTU maka tegangan output pada sensor bernilai 1,48 V.Sedangkan pada saat kekeruhan air terdeteksi 18 NTU maka tegangan output sensor bernilai 2,34 V. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air maka tegangan output pada sensor juga mengalami kenaikan.

Besarnya ukuran penyimpanan satu data pengukuran rata-rata adalah 24 *Byte*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hendrizon,Yefri,"Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Zat Cair Berbasis Mikrokontroler AT8851 Menggunakan Sensor Fototransistor dan Penampil LCD," Jurnal Fisika Unand Vol. ,No 1,Oktober 2012.
 [2] Ginting,Filemon,"Perancangan Alat Ukur kekeruhan Air Menggunakan Light Dependent Resistor Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535,"E-Journal Teknik Elektro dan Komputer (2013).
 [3] Tim Innovative Electronics. Manual EMS SD MMC FRAM v2. Surabaya: Application note Innovative Electronics (2012).