

PEMILIHAN *HARDWARE* PEMBUATAN *DATA LOGGER ONLINE MONITORING*KUALITAS AIR BERBASIS *MAINBOARD PC* DAN *OPEN SOURCE SOFTWARE*

Hardware Selection For Making Online Monitoring Water Quality Data Logger Based On Mainboard PC And Open Source Software

Oleh :

Heru Dwi Wahjono

Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstrak

Pemantauan kualitas air real-time membutuhkan perangkat data logger untuk pengambilan data secara langsung oleh sensor. Perangkat keras data logger untuk realtime monitoring ini dapat dibuat dengan memanfaatkan perangkat mainboard komputer bekas yang masih berfungsi dan banyak tersedia di pasaran dengan harga yang murah. Melalui aplikasi online monitoring yang dikembangkan menggunakan free open source software (FOSS), data kualitas air dapat diambil sesuai dengan interval waktu yang ditentukan dan disimpan di dalam sistem database. Tulisan ini membahas tentang kajian pemilihan perangkat keras yang meliputi motherboard dan CPU, media penyimpanan, media transmisi serta media komunikasi yang diperlukan untuk pembuatan data logger berbasis mainboard komputer. Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai alternatif pemilihan perangkat data logger untuk kegiatan pemantauan kualitas air secara realtime dengan biaya investasi yang murah bagi PDAM untuk memantau kualitas air baku dan air produksinya serta bagi industri untuk memantau kualitas air limbah yang dihasilkan.

Kata Kunci : pemantauan online, pemantauan real time, sistim peringatan dini, perangkat lunak sumber terbuka, data logger, onlimo OSS

Abstact

Real-time water quality monitoring requires data logger for automatic data retrieval by sensors. The hardware data logger for realtime monitoring can be developed by utilizing scars computer mainboard that are still functioning and widely available in the market at low prices. Through online monitoring applications that developed by using free open source software, water quality data can be measured in accordance with the specified time interval and stored in the database system. This paper discusses the hardware selection and recommendation studies that include the motherboard and CPU, storage, transmission and communication medium required for the manufacturing of computer's mainboard based data logger. The results of this study are to be used as an alternative data logger selection for realtime water quality monitoring with low investment costs. So, the water companies can monitor raw water quality from their water treatment plant as well as the industrial can monitor wastewater quality from wastewater treatment plant.

Keyword : online monitoring, real time monitoring, early warning system (EWS), open source software, data logger, onlimo OSS.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan kualitas air merupakan salah satu bentuk penurunan kualitas lingkungan sebagai akibat dari meningkatnya pertumbuhan penduduk di kota-kota besar dan industri di Indonesia. Penurunan kualitas air yang terjadi saat ini mengakibatkan sulitnya mendapatkan sumber air bersih yang dapat

dikonsumsi oleh masyarakat baik untuk keperluan hidup sehari-hari maupun untuk keperluan industri. Sebagian daerah telah mengalami kehilangan sumber air bersih bahkan beberapa daerah ada yang mengalami kekeringan. Krisis air yang terjadi saat ini tidak lain adalah akibat dari kerusakan lingkungan perairan baik oleh industri ataupun masyarakat.

Hasil pemantauan BPLHD DKI Jakarta pada bulan September 2012 diketahui bahwa rata-rata tingkat pencemaran di Jakarta Pusat yaitu cemara baik

sebesar 41,2 %, tingkat cemar ringan sebesar 47,1 % 8, tingkat cemar sedang sebesar 5,9 %1 dan tingkat cemar berat sebesar 5,9 %. Adapun status mutu air sungai di DKI Jakarta pada bulan Mei ~ Nopember tahun 2012 adalah seperti pada tabel 1 di bawah ini. (BPLHD Jakarta, 2012)

Tabel 1 : Prosentase Status Mutu Air Sungai Di Provinsi Dki Jakarta Tahun 2012

Periode	Prosentase Status Mutu			
	Baik	Cemar Ringan	Cemar Sedang	Cemar Berat
Mei	0.0%	8.6%	37.1%	54.3%
Juni	0.0%	4.3%	15.7%	80.0%
Sept.	0.0%	7.2%	10.1%	82.6%
Okt.	0.0%	7.1%	32.9%	60.0%
Nov.	1.4%	18.8%	33.3%	46.4%

Sumber : BPLHD Provinsi DKI Jakarta

Dalam rapat antar Menteri Dalam Negeri, Menteri Kehutanan, dan Menteri Pekerjaan Umum pada tahun 1984 mengenai penanganan konservasi air tanah dalam rangka pengamanan Daerah Aliran Sungai (DAS) prioritas telah menyatakan sejumlah 22 DAS sebagai super prioritas, artinya mendapatkan prioritas utama dalam pembangunan dan peningkatan kualitas air di dalamnya. Sejak itu penanganan DAS kritis yang seharusnya dapat mengurangi jumlah DAS kritis, ternyata menghasilkan hal sebaliknya, yaitu peningkatan jumlah DAS yang kritis menjadi 62 DAS pada tahun 2005 (Pusat Komunikasi Publik, 2005).

Untuk mengatasi permasalahan krisis air, pemerintah baik pusat maupun daerah telah mengupayakan peningkatan kualitas air melalui beberapa kegiatan, salah satunya adalah dengan mengeluarkan beberapa peraturan perundangan yang dapat dijadikan pedoman bagi masyarakat baik itu perorangan maupun industri dalam hal pengendalian pencemaran air. Kegiatan rutin pemantauan kualitas air pun telah banyak dilakukan oleh berbagai instansi secara rutin, namun hasilnya tidak dipublikasikan, sehingga tidak banyak masyarakat yang tahu mengenai kualitas air di wilayah sekitarnya.

Selain kegiatan domestik yang menghasilkan limbah, kegiatan industri pun turut berkontribusi dalam masalah pencemaran air. Kantor BPLH baik pusat maupun daerah telah melaksanakan amanah yang telah diundangkan di atas dengan menyusun beberapa aksi positif di antaranya melakukan pemantauan secara rutin terhadap kualitas air di beberapa titik pantau di sungai-sungai dan memantau kualitas air limbah yang dibuang oleh

beberapa industri. Izin Pembuangan Limbah Cair (IPLC) hanya diberikan oleh industri yang air limbahnya memenuhi bakumutu yang telah ditetapkan.

Untuk meningkatkan kinerja BPLH dalam mengawasi air limbah yang dibuang oleh industri dan membantu industri itu sendiri dalam mengolah air limbahnya perlu dikembangkan teknologi pemantauan kualitas air yang dapat melakukan pengukuran secara kontinyu dan *realtime*, sehingga kualitas air hasil olahan sebuah instalasi pengolahan air limbah maupun air bersih dapat dipantau secara terus menerus. Data hasil pengukurannya pun dapat dipublikasikan kepada publik sebagai bentuk pertanggungjawaban keterbukaan informasi publik.

Selain perangkat sensor, salah satu perangkat untuk melakukan pengukuran kualitas air adalah menggunakan komputer. Perkembangan teknologi komputer saat ini sangat cepat dan tidak sebanding dengan kemampuan SDM pengguna, sehingga banyak perangkat komputer yang masih layak tidak digunakan lagi hanya karena ingin membeli yang baru. Sebagai contoh teknologi komputer dengan processor tipe icore atau core2duo jauh berbeda dengan *processor* tipe intel pentium I, II, III, IV. Processor bertipe ini sangat cocok dan masih dapat digunakan sebagai perangkat data logger untuk melakukan pemantauan kualitas air secara *realtime* dengan mengembangkan perangkat lunak untuk mengendalikan proses pemantauannya.

Penggunaan Open Source Software (OSS) adalah salah satu upaya untuk meminimalisasi biaya investasi sebuah peralatan monitoring kualitas air. Pengembangan perangkat lunaknya juga dapat dilakukan dengan mudah karena banyak pilihan mulai dari sistem operasinya maupun *tools* dan utilitas yang ada. Hasil pengembangannya pun dapat dipublikasikan kembali agar publik dapat menggunakannya secara gratis dan legal. Dengan mengintegrasikan peralatan digital sensor, *mainboard* komputer sebagai data logger dan aplikasi *open source software* diharapkan pemantauan kualitas air secara kontinyu dan *realtime* dapat dilakukan dengan biaya investasi dan operasional yang murah.

1.2 Tujuan dan Sasaran

Kegiatan ini bertujuan melakukan kajian pemilihan perangkat keras untuk pemantauan kualitas air secara *realtime* yang meliputi pemilihan *mainboard* dan CPU, pemilihan media penyimpan data dan pemilihan media komunikasi untuk pembuatan data logger pemantauan kualitas air secara *online*. Sedangkan sasarannya adalah diperolehnya spesifikasi perangkat keras yang dapat digunakan untuk pembuatan *data logger* berbasis *mainboard* PC dan *open source software*.

1.3 Lingkup dan Metodologi Kegiatan

Lingkup kegiatan kajian pemilihan perangkat keras pemantauan kualitas air secara *online* dan *realtime* adalah meliputi :

- Kajian literatur tentang metode pemantauan secara *online* dan *realtime* yang termasuk telemetri.
- Pemilihan perangkat keras *mainboard* atau *motherboard* PC, media penyimpanan data, media komunikasi data dan *power* suplai.

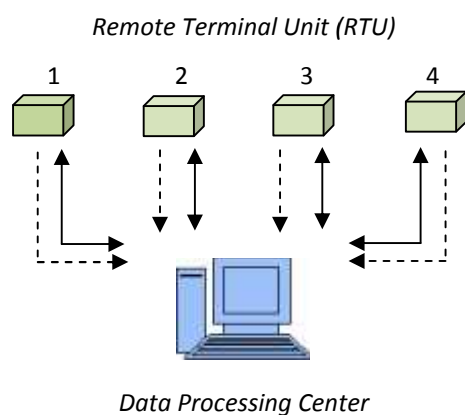
Adapun metodologi yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan kajian ini adalah sebagai berikut :

- Melakukan survei kepada mitra pengguna mengenai kebutuhan sistem telemeteri kualitas air.
- Melakukan kajian literatur tentang teknologi pemantauan kualitas air yang ada saat ini.
- Melakukan kajian pemilihan hardware *mainboard* komputer yang disesuaikan dengan sistem operasi yang akan digunakan.
- Melakukan kajian pemilihan media penyimpan data dengan mencari kelebihan dan kekurangan masing-masing media penyimpan yang ada.
- Melakukan kajian pemilihan media komunikasi data yang berbasis open source software.
- Menyusun dokumentasi kegiatan.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Model Pemantauan Online

Kegiatan pemantauan kualitas air *online* dan *realtime* merupakan kegiatan telemetri (tele: jarak jauh, metri: pengukuran). Berdasarkan metode pengambilan datanya, *sistem telemetri monitoring* ini dapat dibedakan menjadi tiga macam pada Gambar 1 (Syamsudin& Muharyan, 1984), yaitu :



Gambar 1 : Model Pemantauan Online.

- 1) *Time Base Telemetry* (pengiriman data digerakkan oleh waktu)
- 2) *Polling Base Telemetry* (pengiriman data digerakkan oleh perintah dari pusat data)
- 3) *Event Base Telemetry* (pengiriman data digerakkan oleh adanya peristiwa atau perubahan parameter)

Kombinasi ketiga metode ini sangat bergantung kepada kualitas program yang dibuat dan dijalankan oleh CPU dalam data *loggernya*. Perkembangan teknologi *digital*, memungkinkan *data logger* untuk melakukan pengukuran data dengan tingkat ketelitian tinggi. Berkat kemajuan teknologi komunikasi data dan elektronika saat ini, data *logger* dapat dibuat untuk melakukan pengiriman data dengan biaya murah dan sangat cepat. Sehingga data *logger* dapat segera mengirimkan data ke pusat data jika terdapat pencemaran air atau kejadian dimana hasil pengukuran telah melebihi baku mutu.

2.2 Teknologi Sensor

Beberapa parameter kualitas air telah diatur oleh peraturan perundangan, namun tidak semua parameter dapat diaplikasikan dalam sistem telemetri karena sangat tergantung dari kemampuan sensor digital yang ada di pasaran. Teknis instrumentasi dasar pada sensor digital yang dapat digunakan adalah *digital probe electro-chemical* dengan parameter seperti pada Tabel 2 di bawah ini. (Hungarian Ministry, 2014)

Tabel 2 : Parameter Sensor Digital Untuk Telemetri.

Parameter	Baku Mutu	Satuan
Dissolved Oxygen	0-20	mg/l
Turbidity	0-500	NTU
Conductivity	0-2000	µS/cm
Temperatur	0-50	C°
pH	0-14	
Ammonium ion	0-10	mg/l
TOC	0-20	mg/l
Floating oil	—	—
Chlorofyll-a	0,1<	µg/l
Biomonitor	0-15	Index T

Perusahaan pembuat sensor digital seperti pada Gambar 2, saat ini telah melengkapi teknologinya dengan spesifikasi teknis yang hampir sama untuk berbagai merk, yaitu :

- *Output data* : *analog/digital*(4-20mA)
- *Koneksi PC* : RS232C atau RS485C

- *Data speed* : 1.200 ~ 11.520 bps
- *Probe* : *single* atau *multi*
- *Info lokasi* : GPS
- *Memori* : *Internal flash memory*
- *Data logging* : *cyclic* atau *noncyclic*
- *Logging interval* : 1 ~ 86.400 detik

kualitas air limbah yang dibuang oleh kegiatan rumah sakit dan puskesmas.

2.3 Integrasi Data Logger

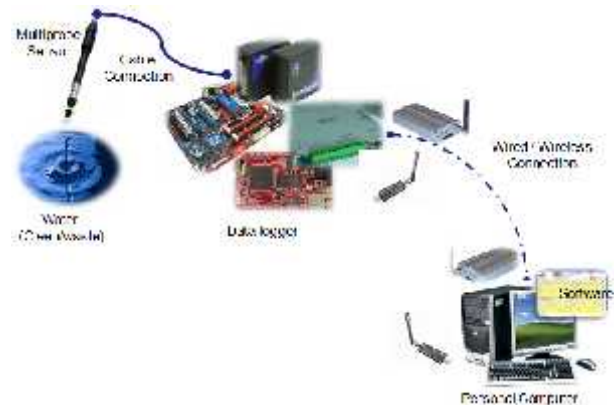
Data logger adalah *remote terminal unit* (RTU) yang berfungsi untuk pengambilan data kualitas air di lapangan. Dalam melakukan pengambilan data, *data logger* bekerja menurut parameter setting yang telah ditentukan oleh operator. *Data logger* memiliki komponen CPU, memori dan program yang mengendalikan proses kerja komponennya. Dalam kerjanya data logger terhubung dengan unit sensor untuk mengukur data kualitas air dan media komunikasi untuk mengirimkan data ke pusat data. Gambar berikut ini adalah ilustrasi alternatif sistem koneksi data logger untuk pemantauan online .



Gambar 2 : Digital Multi Probe Sensor.

Beberapa peraturan perundangan yang telah mengesahkan baku mutu beberapa parameter kualitas air adalah sebagai berikut :

- a. Peraturan Pemerintah R.I. Nomor 20 Tahun 1990, Tanggal 5 Juni 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air. Peraturan ini mengatur kualitas air berdasarkan golongan A, B, C, dan D sesuai peruntukan sumber air.
- b. Peraturan Pemerintah R.I. Nomor 82 Tahun 2001, Tanggal 14 Desember 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Peraturan ini mengatur kualitas air berdasarkan kelas I, II, III, dan IV sesuai peruntukan sumber air.
- c. Keputusan Menteri Kesehatan R.I. Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, Tanggal 29 Juli 2002 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Keputusan menteri ini mengatur baku mutu kualitas air yang diperuntukan sebagai air minum.
- d. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-51/MENLH/10/1995, Tanggal 23 Oktober 1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri. Keputusan menteri ini mengatur baku mutu kualitas air limbah yang dibuang industri. Ada 21 industri yang diatur secara khusus baku mutu air imbahnya.
- e. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-52/MENLH/10/1995, Tanggal 23 Oktober 1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Hotel. Keputusan menteri ini mengatur baku mutu kualitas air limbah yang dibuang oleh kegiatan perhotelan.
- f. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-58/MENLH/12/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Keputusan menteri ini mengatur baku mutu



Gambar 3 : Alternatif Sistem Koneksi Data Logger.

2.4 Pemilihan Mainboard Komputer

Data logger untuk pemantauan kualitas air harus memiliki 3 fitur penting, yaitu :

- Dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan parameter setting yang ditentukan
- Dapat beroperasi secara otomatis setelah sumber listrik padam dan menyala lagi serta melanjutkan proses pengambilan data.
- Dapat bekerja secara terus menerus selama 24 jam tanpa henti.

Untuk mendukung fitur penting di atas perlu dilakukan pemilihan hardware mainboard PC yang dapat diset sedemikian rupa agar mampu bekerja sesuai dengan fitur yang diinginkan.

Fitur otomatisasi pengoperasian dapat didukung oleh mainboard PC yang memiliki fungsi *auto power start/boot*. Fungsi ini biasanya terdapat pada sebagian *mainboard* PC pentium III *branded* dan hampir semua pentium IV ke atas. Berikut ini adalah kriteria kebutuhan *mainboard* komputer yang dapat digunakan sebagai data logger:

- Mainboard dengan processor pentium III, IV, dual core atau core2duo.
- Memiliki serial port RS232C dan USB port.
- Memiliki BIOS yang dapat diset untuk booting melalui USB Flashdisk
- Memiliki fitur BIOS on/off power start
- Memiliki dimensi P x L makin kecil makin baik

Mainboard komputer memiliki banyak tipe soket untuk prosesornya, namun hal ini tidak menjadi syarat mutlak pemilihan hardware mainboard. Berikut ini adalah beberapa tipe soket processor yang dapat digunakan, yaitu : (Anonim, 2006)

- **Socket A (462).** Mainboard dengan socket A dirancang untuk digunakan dengan sistem CPU AMD Duron, Sempron dan Athlon. Jenis mainboard ini tidak cocok dengan prosesor Intel. Soket A memiliki 453 pin untuk dapat terhubung ke CPU dengan kecepatan 600 MHz ~ 2.333 MHz dan memiliki heat sink 10,6 ons (Gambar 4).
- **Socket 370.** Mainboard socket 370 dikenal sebagai PGA370 dan biasa digunakan pada CPU Intel Pentium II, III dan processor celeron. Mainboard ini memiliki 370pin untuk mendukung koneksi ke CPU. Heat sink untuk socket 370 adalah 6,3 ons (Gambar 4).



Gambar 4 : Soket A (462) dan Soket 370.

- **Socket 478.** Mainboard Soket 478 memiliki lubang pin 478 untuk koneksi ke CPU Intel Pentium IV dan processor celeron (Gambar 5).
- **Socket LGA 775.** Mainboard dengan jumlah pin 775 ini digunakan oleh Intel untuk prosesor pentium dan celeron. Mainboard dengan socket ini memiliki kecepatan transfer data sampai beberapa gigabyte jika menggunakan prosesor dual / quad (Gambar 4).



Gambar 5 : Soket 478 dan Soket LGA 775.

Berdasarkan ukuran PCB nya mainboard komputer dibagi ke dalam beberapa tipe seperti pada Tabel 3 berikut, yaitu : (Anonim, 2006)

Tabel 3: Dimensi Tipe PCB Mainboard.

Name	PCB size (mm)
WTX	356 × 425
AT	350 × 305
Baby-AT	330 × 216
BTX	325 × 266
ATX	305 × 244
EATX (Extended)	305 × 330

LPX	330 × 229
➔ microBTX	264 × 267
➔ NLX	254 × 228
➔ Ultra ATX	244 × ?
➔ microATX	244 × 244
➔ DTX	244 × 203
➔ FlexATX	229 × 191
➔ Mini-DTX	203 × 170
➔ EBX	203 × 146
➔ microATX	171 × 171
➔ Mini-ITX	170 × 170
➔ EPIC (Express)	165 × 115
➔ ESM	149 × 71
➔ Nano-ITX	120 × 120
➔ COM Express	125 × 95
➔ ESMexpress	125 × 95
➔ ETX/XTX	114 × 95
➔ Pico-ITX	100 × 72
➔ PC/104 (-Plus)	96 × 90
➔ ESMini	95 × 55
➔ Beagle Board	76 × 76
➔ mobile-ITX	60 × 60
➔ CoreExpress	58 × 65

Untuk menyederhanakan ukuran panel casing diusahakan memilih maiboard komputer dengan tipe micro ATX yang memiliki dimensi kurang lebih 26cmx26cm (yang bertanda panah ➔).

Selain memilih tipe socket dan dimensi PCB *mainboard*, perlu dipilih juga sistem BIOS yang tertanam di dalam ROM (*read only memory*) yang mampu melakukan proses boot sistem operasi melalui jalur USB. BIOS adalah singkatan dari *Basic Input Output System* yang berarti kumpulan rutin perangkat lunak yang mampu melakukan hal-hal berikut :(Anonim, 2011)

- Inisialisasi dan pengujian terhadap perangkat keras dalam proses yang disebut dengan *Power On Self Test (POST)*
- Memuat (loading) dan menjalankan (running) sistem operasi
- Mengatur beberapa konfigurasi dasar dalam komputer (tanggal, waktu, konfigurasi media penyimpanan, konfigurasi proses booting, kinerja, serta kestabilan komputer)
- Membantu sistem operasi dan aplikasi dalam proses pengaturan perangkat keras dengan menggunakan *BIOS Runtime Services*.

Tabel 4 berikut ini adalah fitur beberapa BIOS yang dapat dijadikan alternatif pemilihan *hardware mainboard* komputer (Anonim, 2011).

Fitur penting ditunjukkan pada baris dengan tanda panah ➔ **USB booting** yang diperlukan agar data logger berbasis mainboard PC dapat beroperasi dengan sistem operasi yang berjalan melalui proses boot dari media penyimpan USB flash disk.

Tabel 4 : Perbandingan Fitur BIOS.

	Award BIOS	AMI BIOS	Insyde	Sea BIOS
License	Proprietary	Proprietary	Proprietary	LGPL v3
32-bit PCI BIOS calls	?	?	?	Yes
AHCI	Yes	Yes	?	Yes
APM	Yes	Yes	Yes (1.2)	Yes (1.2)
BBS	Yes	Yes	Yes	Yes
Boot menu	Yes	Yes	Yes	Yes
Compression	Yes (LHA)	Yes (LHA)	Yes (RLE)	Yes (LZMA)
CMOS	Yes	Yes	Yes	Yes
EDD	Yes	Yes	Yes	Yes (3.0)
ESCD	Yes	Yes	?	No
GUID Partition Table (GPT)	?	No	?	No
Language	Assembly	Assembly	Assembly	C
LBA	Yes (48)	Yes (48)	Yes	Yes (48)
MultiProcessor Specification	Yes	Yes	Yes	Yes
Option ROM	Yes	Yes	Yes	Yes
Password	Yes	Yes	Yes	No
PMM	?	Yes	?	Yes
Setup screen	Yes	Yes	Yes	No
SMBIOS	Yes	Yes	Yes	Yes (2.4)
Splash screen	Yes	Yes (PCX)	Yes	Yes (BMP, JPG)
➔ USB booting	Yes	Yes	Yes	Yes
USB hub	?	?	?	Yes
USB keyboard	Yes	Yes	Yes	Yes
USB mouse	Yes	Yes	Yes	Yes

2.5 Pemilihan Power Supply Unit (PSU)

Energi listrik untuk pengoperasian data logger berbasis *mainboard* komputer dapat digunakan standar *power supply unit (PSU)* AC-DC converter yang biasa terdapat pada personal komputer. PSU ini berfungsi untuk mengubah arus bolak balik (AC) yang

tersedia dari PLN menjadi arus listrik searah (DC) yang dibutuhkan oleh komponen menjadi beberapa tegangan voltase untuk menjalankan fungsi-fungsi sebagai berikut: (Anonim1, 2012)

- **Rectification** : konversi listrik AC ke DC.
- **Voltage Transformation** : memberikan keluaran tegangan DC sesuai dengan yang dibutuhkan.
- **Filtering** : menghasilkan arus listrik DC yang lebih bersih, bebas dari *ripple/noise* listrik yang lain.
- **Regulation** : mengendalikan tegangan output agar tetap terjaga, tergantung pada tingkatan yang diinginkan, beban daya, dan perubahan kenaikan temperatur kerja juga toleransi perubahan tegangan daya input.
- **Isolation** : memisahkan secara elektrik output yang dihasilkan dari sumber input.
- **Protection** : mencegah terjadinya lonjakan tegangan listrik pada output. Biasanya disediakan sekering *auto shutdown*.



Gambar 6 : Standar Power Supply Unit.

Sebuah PSU standar seperti gambar 6 di atas idealnya dapat menghasilkan listrik yang bersih, dengan tegangan output yang konstan terjaga dengan tingkat toleransi dari tegangan input, beban daya, juga suhu kerja, dengan tingkat konversi efisiensi 100%. PSU mengkonversi listrik AC ke tegangan rendah DC yang disesuaikan untuk komponen internal mainboard. Komputer modern secara umum menggunakan saklar on/off pada PSU-nya. Beberapa PSU juga memiliki pengaturan tegangan input secara manual atau secara otomatis menyesuaikan dengan tegangan input. Komputer modern menyesuaikan dengan faktor formATX.

FormATX adalah pasokan listrik yang dinyalakan dan dimatikan oleh sinyal dari mainboard. PSU juga akan memberikan sinyal ke mainboard untuk memberitahu kapan sumber listrik DC sudah benar tersedia, sehingga mainboard mampu untuk melakukan boot. PSU ATX yang terhubung ke listrik menyediakan tegangan 5 V standby (5VSB) sehingga memiliki fungsi siaga bagi *mainboard* komputer dan peralatan lainnya (Anonim1, 2012).

Ada beberapa tipe daya yang disediakan oleh PSU yang ada di pasaran, di antaranya adalah PSU

380Watt, 450Watt, dan 500Watt. Untuk PSU data logger lebih disarankan menggunakan PSU dengan daya yang lebih kecil dari 380 Watt dengan dimensi casing yang makin kecil makin baik untuk menghemat ruang dalam box panel data logger. PSU ini mengubah arus bolak dari stop kontak ke tegangan rendah arus searah untuk mengoperasikan prosesor dan perangkat pendukung data logger lainnya.

Ada beberapa arus searah tegangan yang diperlukan dan harus diatur dengan akurasi yang tepat agar sistem data logger dapat beroperasi dengan stabil. Disamping untuk memenuhi kebutuhan daya dari unit mainboard PSU ini juga menyediakan daya ke sensor data logger dengan tegangan 12V. Berikut ini adalah spesifikasi power suplai data logger disarankan :

- Tegangan masuk : AC 220/110 Volt
- Frekwensi : 50/60 Hz
- Keluaran arus AC: 2,5 / 5 Ampere
- Pengaman rangkaian fuse : f6.3A 250 VAC
- Keluaran tegangan DC : +3,3V , +5 V, +12V, -5V, -12V, +5VSB,
- Keluaran arus DC : 16A,30A,14A,0.5A,0.5A,2.5A
- Keluaran daya : 380 Watt
- Tipe ATX : 12 Volt

Untuk pengoperasian *mainboard*, kipas dan lampu led indikator, PSU menyediakan beberapa tegangan, yakni 3.3 V, 5 V dan 12 V. Untuk kebutuhan *mainboard* digunakan konektor seperti pada Gambar 7, dengan masing-masing jalur kabel sesuai warnanya, yaitu : (Anonim1, 2012)

- Kabel warna Orange (+ 3.3 Volt)
- Kabel warna Hitam (Ground)
- Kabel warna merah (+ 5 Volt)
- Kabel warna Hitam (Ground)
- Kabel warna kuning (+ 12 Volt)

Pemasangan PSU pada data logger dilakukan dengan melepas casing aluminiumnya dan menempatkan PCB berikut konektor power input/output dan kabelnya pada mounting plate yang khusus dibuat dari bahan akrilik untuk PSU ini. *Mounting plate* akrilik ini dapat dibuat dan diletakkan sesuai dengan ruang yang tersedia di dalam *box panel* untuk menempatkan seluruh komponen data logger. Gambar 8berikut ini adalah contoh mounting plate akrilik tersebut untuk PSU standar dengan dimensi P x L adalah 15cm x 10 cm.

2.6 Pemilihan Media Penyimpan Data

Ada beberapa jenis media penyimpan seperti pada Gambar 9 yang dapat digunakan dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing, yaitu :

- *Hard disk drive (HDD)* memiliki kecepatan akses data yang lebih baik daripada USB Flash Disk

ataupun memory card, yaitu rata-rata 50~100 MB/S. Namun membutuhkan energi listrik yang lebih besar karena menggunakan sistem rotasi disk. Harganya pun lebih mahal dibandingkan harga flask disk dan *memory card* di kapasitas yang sama (Anonim2, 2012).



Gambar 7 : Konektor Mainboard PC.



Gambar 8 : Mounting Plate Akrilik dan PCB PSU Standar.

- *Solid state disk (SSD)* memiliki kecepatan akses yang paling baik dibandingkan hard disk, USB flash disk maupun memory card, yaitu 170~180 MB/S. Teknologi yang digunakan merupakan teknologi yang masih baru saat ini, yaitu menggunakan memory modul dan tidak memerlukan energi listrik yang besar karena tidak ada sistem mekanik yang bergerak di dalamnya. Namun harganya paling mahal

dibandingkan kedua media penyimpanan data lainnya (Anonim3, 2012).

- USB flash disk dan memory card saat ini merupakan media penyimpanan yang sangat praktis. Secara umum memiliki kecepatan akses data sekitar 10MB/S. Kapasitasnya juga besar dan dapat dibeli dengan harga lebih murah jika dibandingkan dengan HDD atau SSD. Namun penggunaan flash disk atau memory card untuk media penyimpanan di dalam data logger memerlukan spesifikasi khusus, yaitu memiliki kecepatan akses data minimal 32 MB/S atau dipasaran lebih dikenal dengan flash disk kelas 10 (Anonim4, 2012).



Gambar 9 : Media Penyimpanan HDD, SSD, dan Flash Disk.

Data logger berbasis mainboard PC hanya memerlukan sistem operasi berbasis text dan *program control data logger* untuk beroperasi, oleh karena itu walaupun dapat menggunakan media penyimpanan hard disk, namun lebih disarankan menggunakan flash disk sebagai media penyimpanan data. Berikut ini adalah beberapa alasan pemilihan media penyimpanan ini :

- Sangat mudah pengoperasiannya, hanya ditancapkan ke konektor USB dan langsung dapat digunakan sebagai media penyimpanan.
- Bentuknya yang kecil dan ringan memudahkan untuk dibawa-bawa dan tidak membutuhkan ruang yang besar untuk pemasangannya.
- Tidak membutuhkan energi listrik yang besar untuk pengoperasiannya, sehingga tidak akan menghasilkan efek panas yang berlebihan saat beroperasi.
- Harganya masih lebih murah jika dibandingkan dengan HDD atau SSD dan banyak dijual di pasaran.

Beberapa vendor yang membuat flashdisk atau memory card kelas 10 di antaranya adalah Kingston, Transcend, V-Gen, Lexar, Team, atau SanDisk dengan kecepatan akses rata-rata adalah 20 MB/S. Namun lebih disarankan menggunakan salah satu media penyimpanan data seperti di bawah ini dengan kapasitas minimal 16GB dan kecepatan akses minimal 30MB/S (Anonim5, 2012).

- (1). SanDisk Extreme 16GB (30MB/S)
- (2). SanDisk Extreme 16GB (45MB/S)
- (3). Transcend Extreme Fast 16GB (32MB/S)
- (4). Transcend Super Speed 3.0 16GB (140MB/S)
- (5). Kingston HyperX 64GB, 128GB, 256GB (135~225MB/S)



Gambar 10 : Media Falshdisk atau Memory Card Berkecepatan Tinggi.

Ke dalam *flashdisk* atau *memory card* ini akan diinstalasikan sistem operasi berbasis *open source software* (OSS), yaitu PC Unix FreeBSD Versi 9.0. Dengan mengkonfigurasi beberapa file penting dalam sistem operasi PC Unix ini dan menginstalasikan program *control logger* ke dalamnya, maka data logger berbasis mainboard PC yang dikembangkan ini akan dapat mengendalikan kerja sensor sesuai dengan parameter setting yang diinginkan.

Beberapa alasan penggunaan OSS Unix FreeBSD sebagai sistem operasi adalah sebagai berikut :

- Software ini merupakan perangkat lunak berbasis sumber terbuka atau *open source software* (OSS) yang bebas dan gratis serta legal untuk diunduh dan digunakan sesuai kebutuhan.
- Standar instalasi software adalah berbasis server, sehingga aplikasi program client yang dibutuhkan untuk keperluan komunikasi sebagian besar telah disediakan pada paket instalasinya.
- Prosedur instalasi software ini sangat mudah dan berbasis text, sehingga dapat dilakukan di hampir semua jenis mainboard dan video graphics adaptor.
- Standar instalasi software ini dipisahkan antara software inti sebagai sistem operasinya dengan sistem windows, sehingga tidak membutuhkan sumberdaya yang besar saat instalasi.
- Dokumentasi software ini sangat lengkap yang dikenal dengan nama "FreeBSD Handbook" yang dapat diakses dalam bentuk web ataupun diunduh dalam bentuk file berformat PDF.
- Sistem konfigurasi kernel software ini dapat dimodifikasi dengan mudah untuk disesuaikan dengan keperluan pengoperasian data logger berbasis PC yang tidak memerlukan perangkat hard disk, VGA card, cdrom dan periperhal device lainnya.

2.7 Pemilihan Media Komunikasi Data

Secara fisik konektifitas pada media komunikasi data yang dapat digunakan sebagai jalur komunikasi antara RTU dan pusat data terdiri dari dua jenis, yaitu menggunakan kabel (*wired*) dan tanpa kabel (*wireless*). Pada pengembangan sistem pemantauan kualitas air menggunakan *mainboard* PC sebagai *data logger*nya diberikan batasan bahwa

jenis media komunikasi yang digunakan adalah tanpa kabel.

Berdasarkan jenis teknologinya terdapat beberapa pilihan teknologi media komunikasi tanpa kabel, yaitu : (Anonim6, 2012).

- Teknologi radio komunikasi. Melalui teknologi ini dapat dibuat jalur komunikasi khusus untuk pemantauan kualitas air. Namun harus mendapatkan izin terlebih dahulu dari instansi terkait dan organisasi radio amatir (ORARI). Cakupan area layanan komunikasi
- Teknologi komunikasi GSM. Melalui teknologi ini jangkauan pemantauan dapat dilakukan secara luas dengan syarat utama RTU berada di dalam cakupan layanan salah satu operator GSM yang digunakan.
- Teknologi komunikasi GPRS. Teknologi ini juga menggunakan layanan komunikasi GSM yang memberikan layanan koneksi ke jaringan internet melalui protocol TCP/IP.
- Teknologi komunikasi Wifi. Walaupun tidak dapat dilakukan secara luas, namun teknologi ini memberikan layanan komunikasi dengan tingkat reliabilitas yang lebih baik daripada yang lainnya.

Teknologi yang dipilih sebagai media komunikasi pemantuan kualitas air berbasis mainboard komputer dan *open source software* ini adalah teknologi Wifi dengan alasan bahwa mitra pengguna dari teknologi ini kebanyakan adalah PDAM dan industri yang wilayah pemantauannya berada satu area dan tidak terlalu luas serta membutuhkan teknologi komunikasi dengan tingkat reliabilitas yang baik.

Ada banyak perangkat USB wifi yang didukung oleh sistem operasi FreeBSD sebagai sistem operasi data loggernya. Namun sebagian besar merupakan produk yang tidak dipasarkan di tanah air. Beberapa yang dipasarkan di tanah air adalah **TP-LINK TL-WN321G** (versi 2.0~4.1) dan **D-Link DWA-140** seperti Gambar 11 berikut :



Gambar 11 : Media Komunikasi Data Yang Didukung Oleh FreeBSD.

Kedua media komunikasi ini memiliki chipset yang sama, yaitu Ralink dan kecepatan transmisi *wireless* nya adalah 54Mbps dengan *onboard no-gain antenna*.

2.8 Kebutuhan Komponen Data Logger

Berikut ini adalah komponen peralatan hardware yang diperlukan untuk merakit sebuah data logger berbasis mainboard komputer.

- *Mainboard* dengan CPU / *Processornya* yang sekelas dengan *Intel PentiumIII/IV/DualCore/Core2Duo*, kipas pendingin *processor* dan *memory* minimal 512MB. Lebih disarankan menggunakan tipe *mini ATX* dengan dimensi kurang dari 25 cm x 25 cm.
- Media penyimpan dengan kapasitas minimal 16GB *USB Flash Disk*, atau 16GB *Memory Card (Micro SD, SD Card)*. Lebih diutamakan *flashdiskkelas 10 (32 MB/S)*
- Media komunikasi data *USB Wifi Adaptor* yang dapat bekerja pada sistem operasi PC Unix FreeBSD atau Ubuntu. Minimal memiliki kecepatan akses 54Mbps, yaitu **TL-WN321G** versi 2.0 ~ 4.1 dan **D-LinkDWA 140**.
- Dua buah 12 VAC kipas pendingin berukuran $\varnothing 8$ cm berikut saringan pengamannya. Kipas seperti gambar 12 di bawah ini dipasang berdampingan dengan arah aliran udara yang saling berlawanan ke arah luar dan ke arah dalam.



Gambar 12 : Kipas Pendingin $\varnothing 8$ cm dan Saringan Pengamannya.

- *Powersupply* komputer berukuran standar atau lebih kecil dengan kapasitas daya 380 watt atau di lebih kecil. *Casingpower* suplai ini tidak digunakan agar dapat menghemat ruangan panel. Sehingga akan diperlukan modifikasi pemasangan kabel kelistrikan.
- Panel dari bahan plastik dengan ukuran Lebar x Tinggi x Dalam minimal 40 cm x 30 cm x 16 cm. Di dalam panel terdapat *mounting plate* yang akan digunakan untuk meletakkan beberapa komponen. Panel akan dilubangi sesuai kebutuhan untuk memasang kipas, saklar, lampu indikator dan lampu led.
- Beberapa komponen lainnya adalah akrilik untuk membuat *mounting plate power supply unit data logger*, baut spacer untuk pemasangan PCB mainboard dan PCB PSU, serta komponen elektronika lainnya seperti saklar, lampu led, kabel, skun, soket, dan lain-lain.



Gambar 13 :Box Panel Data Logger.



Gambar 14. Komponen Elektronik Pendukung.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari kegiatan kajian pemilihan hardware pembuatan data logger online monitoring berbasis mainboard PC dan open source software adalah sebagai berikut :

- Data logger untuk pemantauan kualitas air *realtime* dapat dibuat dengan memanfaatkan *mainboard* komputer yang dikonfigurasi menggunakan perangkat lunak yang disesuaikan untuk keperluan pemantauan online dan *realtime*.
- Tidak semua mainboard komputer dapat digunakan sebagai data logger. Hanya mainboard yang memiliki fitur yang dapat di boot melalui USB flash disk dan memiliki fitur auto power on saja. Selain itu lebih direkomendasikan menggunakan mainboard dengan tipe mini ITX.
- Power suplai dapat digunakan PSU standar PC dengan daya listrik kurang dari 340 watt dengan melepas casing standarnya agar dapat masuk ke dalam panel control.
- Sensor yang dapat digunakan adalah *digital multiprobe sensor* dengan konektor serial atau USB yang mampu mengukur beberapa parameter sekaligus.
- Tidak semua media *USB flashdisk* atau *memory card* dapat digunakan sebagai media penyimpan data, namun hanya USB flash disk atau memory card dengan tipe sepuluh yang memiliki kecepatan akses data minimal 30 MB/S.

- Tidak banyak USB wifi adaptor yang dapat digunakan sebagai media komunikasi. Dari kegiatan ini telah diujicobakan dua merk TP-Link dengan tipe TL-WN321G versi 2.0 ~ 4.1 dan Merk D-Link dengan tipe DWA 140. Pada saat pengadaan disarankan untuk mencoba terlebih dahulu perangkat tersebut apakah dapat bekerja dengan sistem operasi FreeBSD yang digunakan atau tidak.
 - Pemasangan seluruh komponen dapat dilakukan pada panel control dari pahan PVC dengan ukuran 30 x 40 x 20 cm. Dimensi ini cocok digunakan untuk pemasangan mainboard dengan tipe mini ITX.
 - Untuk mengeluarkan panas yang ditimbulkan oleh seluruh komponen data logger, cukup digunakan dua buah 12VDC kipas dengan diameter 10 cm yang dipasang dengan arah yang saling terbalik.
 - Pada data logger diinstalasikan sistem operasi open source FreeBSD dan program control data logger untuk pengambilan data melalui unit sensor. Program ini merupakan aplikasi terkompilasi dari kode sumber C++ menggunakan compiler GNU CPP.
 - Untuk pengelolaan datanya digunakan program open source software database MySQL dengan aplikasi database online monitoring yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman HTML, PHP dan Java Script.
 - Program pendukung lainnya adalah apache web server sebagai penyaji layanan web dan remote akses untuk maintenance data logger secara remote dari pusat data.
 - Hasil ujicoba menggunakan perangkat keras *motherboard* PC pentium IV dengan memory 1 GB menghasilkan suatu sistem perangkat monitoring online dan realtime yang mampu bekerja 24 jam selama 3 bulan berturut-turut pada kondisi indoor. Kegagalan pada pengiriman data lebih banyak disebabkan oleh faktor eksternal, misalnya matinya listrik PLN atau terputusnya jaringan komunikasi.
 - Hasil ujicoba perangkat yang sama pada kondisi outdoor di IPAL BPPT, memberikan hasil bahwa perangkat data logger yang dikembangkan dari motherboard PC ini sangat membutuhkan sistem pendingin yang lebih. Kegagalan proses pengambilan data lebih banyak disebabkan karena sistem komputer yang 'hang' (menggantung) karena panas yang berlebihan yang dihasilkan oleh perangkat motherboard.
1. BPLHD DKI Jakarta (2012), Laporan Status Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Tahun 2012.
 2. Pusat Komunikasi Publik, Kementerian PU (2012), DAS Kondisi Kritis Dapat Akibatkan Banjir, (<http://www1.pu.go.id/uploads/berita/ppw191206put.htm>).
 3. Syamsudin, Muharyan (1984), *Sistem Telemetri*
 4. *Hungarian Ministry for Environment and U. S. Agency for International Development* (2014), *Basic instrumentation of monitoring station* (<http://www.rivermonitoring.hu>).
 5. Anonim (2006), *CPU World*, (<http://www.cpu-world.com>)
 6. Anonim(2011), *Basic Input Output System (BIOS)*, wikipedia (<http://id.wikipedia.org/wiki/BIOS>)
 7. Anonim1(2012), *Power Suplay UnitComputer*, wikipedia ([http://en.wikipedia.org/wiki/Power_supply_unit_\(computer\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_supply_unit_(computer)))
 8. Anonim2(2012), *Hard disk drive*, wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive)
 9. Anonim3(2012), *Solid-state drive*, wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive)
 10. Anonim4(2012), *USB flash drive*, wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/USB_flash_drive)
 11. Anonim5(2012), *Secure Digital*, wikipedia (<http://en.wikipedia.org/wiki/>)
 12. Anonim6 (2012), *Wireless*, wikipedia (<http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless>)

DAFTAR PUSTAKA