

Makalah Seminar Tugas Akhir

Simulasi Sistem Pengolahan Air Di Instalasi Pengolahan Air Kudu Semarang

Oleh : Anggraini Mulwinda - L2F097612
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Abstrak - Suatu proses pengolahan air baku menjadi air bersih pada sebuah Instalasi Pengolahan Air disusun secara berurutan, yaitu mulai dari air baku yang ditampung di water intake dialirkan melalui 3 buah pompa menuju ke coagulation tower, dan mengalami pembubuhan Al_2SO_4 dari chemical preparation room kemudian dialirkan ke flocculator dan sedimentation room untuk mengendapkan lumpur. Selanjutnya air tersebut disaring melalui filter dan ditampung pada reservoir untuk kemudian dipompa menuju pelanggan.

Rangkaian proses tersebut di atas menarik untuk dibuat menjadi suatu proses simulasi menggunakan bahasa pemrograman. Simulasi tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam memahami proses pengolahan air baku menjadi air bersih. Tugas akhir ini menggunakan bahasa Delphi, yang merupakan generasi penerus dari Turbo Pascal, untuk membuat suatu simulasi sistem pengolahan air baku menjadi air bersih. Sistem simulasi ini dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan suatu proses pengolahan air secara berurutan, dari water intake, coagulation tower, flocculator, sedimentation room, filtration room, dan reservoir. Simulasi ini dapat bekerja dalam dua mode operasi, yaitu mode manual, di mana operator dapat menjalankan sistem, dan mode otomatis, yaitu sistem bekerja berdasarkan data operasional IPA Kudu bulan Maret 2003.

Kata kunci : Simulasi, pengolahan air, PDAM, Delphi

I. PENDAHULUAN

Secara umum ilmu pengetahuan dan teknologi diciptakan manusia senantiasa ditujukan bagi perubahan kehidupan menuju ke arah yang lebih baik. Salah satunya adalah bidang komputer, yang dalam masa sekarang ini, dunia komunikasi seakan tidak dapat lepas dari komputer.

Namun perangkat keras komputer (hardware) tidak dapat berbuat banyak tanpa adanya perangkat lunak (software). Teknologi yang canggih dari perangkat keras hanya akan berfungsi bila instruksi-instruksi tertentu telah diberikan kepadanya melalui suatu language software, yaitu program yang digunakan untuk menterjemahkan instruksi-instruksi yang ditulis dengan bahasa pemrograman ke dalam bahasa mesin yang dapat dimengerti oleh komputer.

Tugas Akhir ini menggunakan Borland Delphi, salah satu perangkat lunak pemrograman komputer, untuk membuat sistem untuk mensimulasikan proses pengolahan air baku menjadi air bersih pada sebuah Instalasi Pengolahan Air.

II. DASAR TEORI

Gambaran Umum Sistem Pengolahan Air

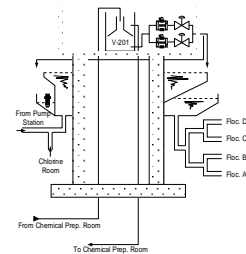
Sistem pengolahan air untuk menghasilkan air bersih yang diperlukan konsumen terdiri dari serangkaian proses. Pertama-tama air baku yang diterima ditampung pada water intake, kemudian dialirkan melalui pompa ke coagulation tower. Dari coagulation tower kemudian dialirkan ke flocculator dan sedimentation room. Selanjutnya air tersebut disaring melalui filter dan ditampung pada reservoir untuk kemudian dipompa menuju pelanggan.

Water Intake

Air baku yang berasal dari Klambu, saat tiba di area WTP Kudu, pertama-tama ditampung di water intake.

Kemudian pada water intake terdapat tiga buah pompa, yang masing-masing berkapasitas 700 l/s, untuk memompa air baku ke unit pengolahan selanjutnya. Ketiga pompa ini dioperasikan secara bergantian sesuai dengan target produksi sebesar 1250 l/s.

Coagulation Tower



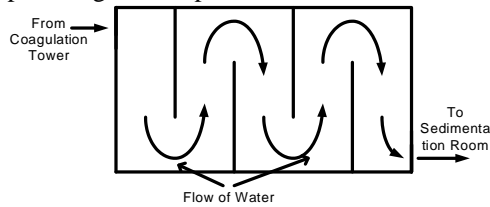
Gambar 2.1. Coagulation Tower

Air baku dari water intake yang dipompakan ke coagulation tower. Di coagulation tower ini, air baku tadi mengalami pembubuhan Al_2SO_4 atau disebut juga alum/ tawas yang berasal dari chemical preparation room. Dosis pembubuhan alum tergantung pada debit air baku, tingkat pH, dan kekeruhan air. Dosis yang optimal ditentukan dengan jartes yang teratur.

Flocculator

Ruangan ini berbentuk rangkaian segi enam yang menyerupai sarang lebah. Struktur ruang

yang memanfaatkan gravitasi seperti pada gambar 2.2. di bawah ini memungkinkan untuk terbentuknya *floc-floc* atau gumpalan-gumpalan lumpur. Ini juga merupakan akibat reaksi tawas yang telah ditambahkan ke air baku sehingga dapat mengikat lumpur.



Gambar 2.2. Pola Aliran Air pada Flocculator

Sedimentation

Air yang telah terflokulasi dialirkan lewat *inlet* melalui area sedimentasi. Di sini juga menggunakan prinsip gravitasi, karena lumpur diendapkan ke bawah sedangkan air yang telah jernih yang di bagian permukaan akan dialirkan menuju *filter*.

Filtration

Air dari ruang sedimentasi akan masuk ke filter melalui *butterfly valve*. Air ini akan disaring oleh pasir silika. Di bawah bak pasir terdapat *filter nozzle* sebagai jalan peresapan air setelah melalui pasir silika. Dari lubang ini air yang telah disaring akan dialirkan menuju ke ruang penampungan sementara, untuk kemudian ditampung dalam *reservoir*.

Reservoir

Air dari ruang *filter* telah berupa air bersih.. Dari *reservoir* ini air siap didistribusikan ke konsumen secara langsung lewat pipa distribusi atau pun melalui *reservoir-reservoir* melalui pipa transportasi.

Borland Delphi

Delphi merupakan sarana pemrograman aplikasi visual. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman Pascal atau yang kemudian disebut bahasa pemrograman Delphi. Delphi merupakan generasi penerus dari Turbo Pascal. Turbo Pascal yang diluncurkan pada tahun 1983 dirancang untuk dijalankan pada sistem operasi DOS, sedangkan Delphi yang diluncurkan pertama kali tahun 1995 dirancang untuk beroperasi di bawah sistem operasi Windows.

Lingkungan Kerja Delphi

Berikut penjelasan singkat dari masing-masing bagian lembar aplikasi Delphi:

a. Form Designer

Biasa disebut *form* saja, adalah sebuah *window* yang dapat memiliki kontrol menu, tombol *minimize* dan *maximize*, *title bar*, dan *border* yang dapat diubah ukurannya.

b. Component Palette

Component palette terdiri atas beberapa kelompok jenis komponen yang berbentuk *icons* komponen visual maupun nonvisual yang dapat digunakan untuk merancang antarmuka oleh pemakai.

c. Object Inspector

Berfungsi untuk menentukan dan mengubah properti dan *event* pada *object*.

d. Object Tree View

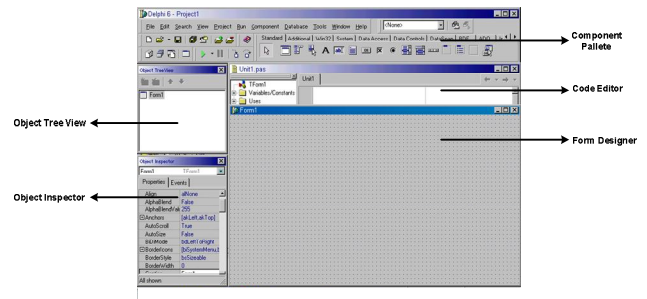
Berfungsi untuk menampilkan dan mengubah hubungan logis antar komponen di dalam suatu *project*.

e. Code Editor

Code editor dalam Borland Delphi merupakan editor yang sepenuhnya menggunakan teks ASCII, yang berfungsi untuk menulis dan menyunting kode program.

f. Project Manager

Project adalah kumpulan file penyusun aplikasi. Sehingga bila memulai membuat aplikasi dengan Borland Delphi, bisa diartikan memulai membuat *project*. Isi *project* dapat dilihat melalui *Project Manager*. *Project manager* ini berisi daftar hierarki nama unit, *form* yang diwadahi unit, dan menunjukkan semua *file* yang ada dalam suatu *project*.



Gambar 2.3. Aplikasi Borland Delphi

Penggunaan Form dan Beberapa Properti dalam Delphi

Secara umum, membuat suatu aplikasi adalah mengatur *form* penyusunnya, melengkapi *form* dengan menambahkan serta mengatur beberapa properti di dalamnya. Berikut ini adalah beberapa properti *form* yang sering diubah nilainya untuk menghasilkan tampilan yang berbeda:

a. Properti Name

Properti name menyatakan nama bagi *form*.

b. Properti Caption

Properti ini menetapkan teks judul yang tampil di menu bar milik *form*.

c. Properti Left dan Properti Top

Properti ini menentukan posisi *form* pada layar komputer saat pertama kali tampil ketika aplikasi berjalan. Untuk menentukan nilai bagi kedua properti ini dilakukan dengan cara :

- ☑ menyetikkan angka pada properti *left* dan properti *top* dalam *object inspector*
- ☑ memindahkan posisi *form* dengan *mouse* pada saat mendesain
- d. Properti *Color*
Properti *color* menentukan warna latar belakang *form* tersebut.
- e. Properti *BorderIcons*
Digunakan untuk menentukan *icon* apa saja yang akan ditampilkan pada *form* ketika *form* dijalankan.
- f. Properti *BorderStyle*
Terdapat 4 (empat) bentuk *border* yang dapat dipilih melalui properti *BorderStyle* dalam *object inspector*, yaitu :
 - ☑ *bsSizeable*, menjadikan *form* tersebut memiliki *border* yang terdiri dari dua garis sehingga pemakai dapat mengubah ukuran *form* pada saat eksekusi
 - ☑ *bsSingle*, membuat *form* seperti *window* biasa yang tidak dapat diubah ukurannya oleh pemakai
 - ☑ *bsDialog*, membuat *form* seperti *window* dialog, tidak memiliki *icon maximize* dan *minimize*, hanya judul *window* dan *icon* kontrol
 - ☑ *bsNone*, menampilkan sebuah *window* tanpa judul *window* dan tanpa *icon*
 - ☑ *bsSizeToolWin*, menjadikan *title bar* milik *form* berukuran kecil dengan ukuran *window* yang dapat diubah
 - ☑ *bsToolWindow*, membuat *title bar* milik *form* berukuran kecil dengan *window* yang tidak dapat diubah ukurannya
- g. Properti *Active Control*
Properti ini menentukan kontrol mana di dalam *form* yang terfokus saat *form* pertama kali ditampilkan.
- h. Properti *PixelPerInch* dan Properti *Scaled*
Dengan properti ini dapat dilakukan perubahan ukuran sebuah *form* dengan mengubah nilai *default PixelPerInch* dan nilai properti *Scaled* menjadi 'true'.

III. PERANCANGAN

Pada prinsipnya, simulasi sistem pengolahan air disajikan dalam dua buah mode operasi. Yang pertama, sistem dijalankan secara otomatis, yaitu sistem bekerja mensimulasikan proses pengolahan air berdasarkan data operasional IPA Kudu pada bulan Maret 2003. Sedangkan dalam mode operasi yang kedua, pengguna dapat menjalankan simulasi secara manual melalui panel kontrol yang disediakan.

Secara umum, kedua mode operasi ini dibagi dalam 3 bagian yang masing-masing merepresentasikan :

1. *form* utama untuk memantau keseluruhan sistem

2. enam *form* tahapan dari sistem pengolahan air, yaitu :
 - a. *water intake*
 - b. *coagulation tower*
 - c. *flocculator*
 - d. *sedimentation room*
 - e. *filter*
 - f. *reservoir*
3. dua lembar laporan

Form Utama

Pada *image* utama *form* ini terdapat 6 komponen *label* yang dapat langsung membuka *form water intake*, *coagulation tower*, *flocculator*, *sedimentasi*, *filter* dan *reservoir*. Sebagai contoh, senarai program:

```
procedure TFormDepan.Label5Click(Sender:
TObject);
begin
    formintake.showmodal;
end;
```

adalah berisi perintah untuk menampilan *form water intake*.

Di sini juga diberikan tampilan keadaan ketiga pompa (*water intake*) yang menyala bergantian, di mana komponen *shape* berwarna hijau untuk merepresentasikan pompa menyala, dan merah untuk pompa yang dalam keadaan mati.

Berikut ini adalah senarai program untuk *timer* yang mengatur nyala-mati pompa:

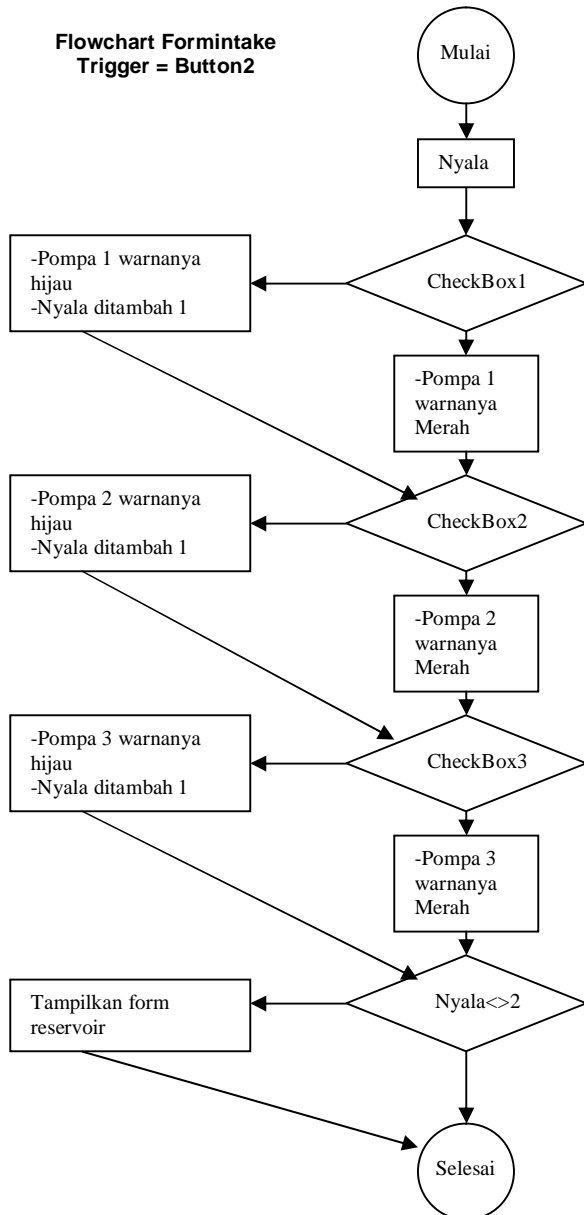
```
if panell.Visible then begin
    if pompa[h,j][1]='1' then
        gen0.Brush.color:=clLime else
        gen0.Brush.color:=clRed;
    if pompa[h,j][2]='1' then
        gen1.Brush.color:=clLime else
        gen1.Brush.color:=clRed;
    if pompa[h,j][3]='1' then
        gen2.Brush.color:=clLime else
        gen2.Brush.color:=clRed;
end;
```

Kemudian di bawah pilihan mode operasi tersebut terdapat komponen *panel* yang hanya akan muncul saat mode operasi dijalankan secara otomatis. Di dalam komponen *panel* terdapat:

1. dua komponen *button* yang terhubung dengan laporan operasional sesuai waktu yang telah berjalan, yang terbagi atas program *button* 'laporan 1' program *button* 'laporan 2'
2. komponen *label* 'jam', yang menunjukkan hari dan jam operasi, dalam hal ini adalah pengoperasian sepanjang bulan Maret 2003
3. dan masing-masing pasangan komponen *label* dan komponen *edit* untuk 'pH', 'NTU', 'Totalizer' yang menunjukkan level pH, NTU, dan total produksi air bersih sesuai data operasional bulan Maret 2003 di IPA Kudu Semarang.

Form Intake

Pada *form intake*, *flow* dan indikator pompa telah diset sehingga secara otomatis mengikuti *display* pada *form* utama. Hanya saja pada *form intake* terdapat komponen *groupbox* yang hanya akan tampil bila mode operasi manual. Dalam *groupbox* terdapat saklar *on-off* pompa yang direpresentasikan dalam tiga buah *checkbox* yang mewakili pompa 1, pompa 2, dan pompa 3.



Gambar 3.1. Flowchart Intake

Form Koagulasi

Pada *form* ini, animasi aliran air dilakukan dengan dua buah komponen *image* yang berbeda yang diatur oleh *timer*. Sedangkan senarai program untuk *timer* adalah untuk mengatur *label* hari dan jam sesuai dengan *form* utama, dan untuk mengatur animasi pergerakan tawas pada ban berjalan.

Form Flocculator

Pada *form* ini hanya terdapat senarai program untuk pengaturan animasi aliran air dan tampilan hari-jam sesuai dengan *form* utama.

Form Sedimentasi

Pada *form* ini juga terdapat senarai program untuk pengaturan animasi aliran air dan tampilan hari-jam sesuai dengan *form* utama.

Form Filter

Pada *form filter* ini terdapat dua mode pengoperasian. Jika dipilih mode otomatis, maka sistem akan beroperasi sesuai dengan data operasional IPA Kudu bulan Maret 2003.

Namun bila mode manual yang dipilih, maka akan muncul *form* tambahan untuk mengatur proses *backwash*, yaitu proses berkala yang dilakukan untuk membersihkan *filter*. Proses *backwash* hanya dapat dioperasikan bila *inlet* filter telah ditutup, dan *outlet filter* tetap pada posisi terbuka. Perlu diketahui bahwa *filter* beroperasi dengan *inlet* dan *outlet* terbuka, dan proses *backwash* adalah dengan mengalirkan kembali air yang telah bersih dari *reservoir* melalui *outlet* untuk membilas *filter*, dan dibuang melalui saluran pembuangan.

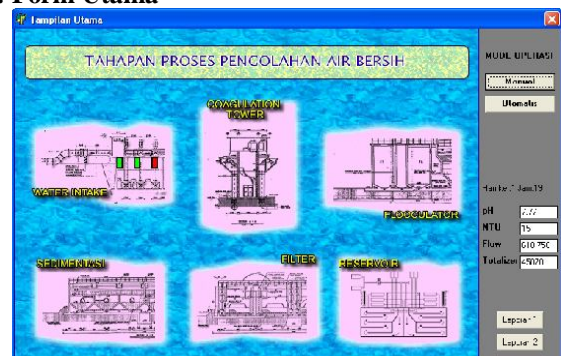
Form Reservoir

Sedangkan senarai program untuk *timer* 1 berikut ini adalah untuk mengatur *label* hari dan jam sesuai dengan *form* utama, dan untuk mengatur animasi pergerakan tawas pada ban berjalan.

IV. PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan menjalankan program yang telah dibuat. Berikut diberikan pembahasan dari masing-masing *form*.

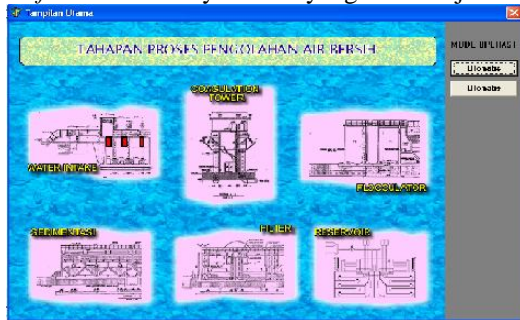
4.1. Form Utama



Gambar 4.1 Display Form Utama Mode Otomatis

Pada saat program dijalankan, *setting* awal adalah menu otomatis, sehingga operasional berjalan berdasarkan data operasional IPA Kudu bulan Maret 2003. Terlihat bahwa komponen *label* jam dan hari, terdapat konversi 1 jam = 1 detik, dan pada komponen

edit pH, NTU, Flow terlihat perubahan data yang sesuai untuk tiap waktu yang ditunjukkan. Totalizer menunjukkan jumlah produksi per hari sesuai dengan tingkat flow dan lamanya waktu yang telah berjalan.

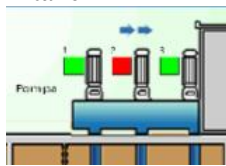


Gambar 4.2 Display Form Utama Mode Manual

Sedangkan jika mode operasi diubah menjadi manual maka panel yang berisi komponen label dan edit untuk pH, NTU, Totalizer, dan Flow tidak akan tampak.

Karena waktu operasi setiap pompa dibatasi maksimal hanya 12 jam berturut-turut, maka ketika mode operasi di set secara manual diberikan peringatan apabila ada pompa yang bekerja selama 12 jam atau lebih berturut-turut. Peringatan ini hanya dapat dimatikan apabila operator membuka form intake, yang berisi pengaturan pompa, melalui komponen label atur pompa.

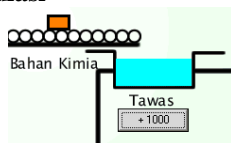
4.2. Form Water Intake



Gambar 4.3. Perubahan warna pada Pompa

Pada form ini, perubahan warna antara hijau dan merah yang melambangkan pompa menyala atau mati berubah sesuai dengan data yang telah terprogram. Perubahan tersebut sama dengan perubahan indikasi pompa yang terdapat pada form utama. Demikian juga dengan komponen label dan edit untuk flow pada form ini juga berubah bersamaan dengan yang terdapat pada form utama.

4.3. Form Koagulasi



Gambar 4.4. Penambahan Tawas secara Manual

Pada form koagulasi terdapat animasi shape orange, merepresentasikan tawas 1000 kg per shape, yang akan dilarutkan untuk kemudian dialirkan ke tower koagulasi. Terdapat button untuk penambahan tawas bila diinginkan, namun hanya dapat dilakukan bila mode operasi yang dipilih adalah mode manual.

Jumlah tawas yang dilarutkan per harinya untuk mode otomatis, telah diset sesuai dengan data yang ada.

4.4. Form Flocculator

Pada form ini, timer yang mengatur program animasi telah berjalan dengan baik. Demikian pula untuk display hari dan jam pada komponen label telah sesuai dengan data dan yang ada pada form utama. Untuk flocculator tidak ada mode operasional secara manual karena pada dasarnya flocculator hanya merupakan urutan tabung yang dilewati oleh air yang dibentuk sedemikian rupa agar pencampuran larutan tawas dan air dapat merata.

4.5. Form Sedimentasi

Form ini pada dasarnya sama dengan form flocculator. Pengaturan hanya pada animasi yang telah berjalan serta display waktu seperti yang telah ditentukan.

4.6. Form Filter

Pada form ini juga terdapat dua mode operasi. Apabila mode operasi dijalankan secara otomatis maka yang terlihat adalah proses simulasi aliran air pada filter.

Sedangkan bila mode operasi diubah ke dalam mode manual, maka akan muncul form tambahan untuk mengatur proses backwash, yaitu proses untuk membersihkan filter.

Dalam display terlihat ada 4 buah filter, yang memiliki inlet dan outlet terpisah. Operation backwash dapat berjalan jika dan hanya jika inlet pada filter tertutup dan outlet filter terbuka. Hal ini diantisipasi dengan visible atau tidak visible-nya button untuk melakukan proses backwash yang secara otomatis telah diatur.



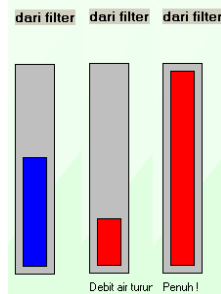
Gambar 4.5. Display Form Tambahan Filter

Pada gambar 4.5. terlihat hanya button untuk filter 3 yang valuable untuk diakses karena telah memenuhi logika inlet tertutup dan outlet terbuka, sedangkan karena filter lain tidak memenuhi persyaratan tersebut, maka button untuk memberi perintah backwash tidak dapat diakses.

4.7. Form Reservoir

Pada mode otomatis, level air berwarna biru menunjukkan level medium yang berarti pasokan air cukup. Namun bila diubah ke mode manual, level air berubah sesuai dengan jumlah pompa yang dioperasikan pada water intake. Dan jika pompa hanya dioperasikan sebuah, maka level akan menunjukkan low, yang berarti jumlah air pada reservoir kurang dan pompa yang beroperasi harus ditambah, dan bila pompa yang dioperasikan 3 buah, maka level air akan berubah

jadi *high*, artinya jumlah pompa yang beroperasi harus dikurangi karena *reservoir* terlalu penuh.



Gambar 4.6. Beberapa Tampilan Level Air pada Reservoir

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

1. Simulasi bekerja dengan baik pada dua mode operasi, yaitu mode manual dan otomatis.
2. Pada program simulasi dengan mode manual terdapat:
 - a. peringatan apabila ada pompa yang bekerja selama 12 jam atau lebih berturut-turut
 - b. untuk *form filter, operation backwash* dapat berjalan jika dan hanya jika *inlet* pada filter tertutup dan *outlet* filter terbuka
 - c. jika pompa hanya dioperasikan sebuah, maka *level* pada *reservoir* akan menunjukkan *low*, yang berarti jumlah air pada *reservoir* kurang dan pompa yang beroperasi harus ditambah, dan bila pompa yang dioperasikan 3 buah, maka *level* air akan berubah menjadi *high*, artinya jumlah pompa yang beroperasi harus dikurangi karena *reservoir* terlalu penuh.

5.2. Saran

1. Jika konversi waktu ditiadakan, dan dibuat untuk perhitungan waktu sebenarnya, pada mode operasi manual perlu dibuat format laporan tentang kegiatan operasi yang telah dilakukan.
2. Untuk pengembangan program ini, jika dihubungkan langsung dengan plant yang sebenarnya, maka setiap kegiatan operasi dalam plant dapat terekam langsung dalam bentuk laporan sehingga tidak diperlukan pencatatan secara manual yang mungkin kurang memadai dalam ketelitian dan keakuratannya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. _____, *Handbook Sistem Operasi IPA Kudu*, PDAM Kota Semarang, 2001.
2. _____, *Laporan Operasional IPA Kudu Maret 2003*, Semarang, 2003.
3. _____, *Memorandum Teknis IPA Kudu*, PDAM Kota Semarang, Semarang, 2001.
4. _____, *Panduan Praktis Pemrograman Delphi 7.0*, Penerbit Andi dan Wahana Komputer, Yogyakarta, 2003.
5. _____, *Supply and Installation of Plant and Equipment*, IWACO - PT. Inussha Wahana Consultant, Semarang, 2000.
6. Alam. M. Agus J., *Borland Delphi 6*, PT. Elex Media Komputindo, Kelompok Gramedia, Jakarta, 2001.
7. Nazaruddin. Yun Yunazwin, *Instrumentasi Berbasis Komputer*, Institut teknologi Bandung, Bandung, 1996.
8. Jogiyanto H. M., *Pengenalan Komputer*, Andi Offset, Yogyakarta, 1995.
9. Petruzella, Frank D., alih bahasa: Drs. Sumanto, *Elektronik Industri*, Andi, Yogyakarta, 2001.



Angraini Mulwinda
(L2F097612)
Tempat, Tgl. Lahir : Semarang
26 Desember 1978
Mahasiswa Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
angkatan '97.

Mengetahui Dosen Pembimbing :

Mochammad Facta, ST. MT
NIP. 132 231 134