

Simulasi Proses Pengisian Bak Pengumpul PDAM dari Raw Water Intake dengan Kontrol PID

Tetti Novalina Manik¹⁾, Nurma Sari¹⁾ dan Nurul Aina²⁾

Abstrak: Sistem pengolahan air bersih terdiri dari beberapa unit yakni *Raw Water Intake*, bak pengumpul, *Pulsator*, *Filter*, *Storage Well*, *Reservoir* dan *Clear Well*. Pada dasarnya proses pengolahan air bersih pada tiap unit sudah dilakukan secara otomatis namun untuk pengoperasian pompa masih dilakukan secara manual, khususnya pada pengisian bak pengumpul dari *raw water intake*. Penelitian ini memodelkan penggunaan kontrol otomatis untuk mengatur proses pengisian bak pengumpul dari raw water intake. Kontrol otomatis yang digunakan yaitu pengontrol PID. Pengontrol PID berguna untuk mendapatkan kestabilan sistem pengisian bak pengumpul PDAM dan Simulasi pengontrolan PID ini dilakukan dengan menggunakan *software* Labview 7.1. Simulasi ini merupakan top level VI yang terdiri dari 3 buah subVI yakni subVI bak pengumpul berfungsi untuk menghasilkan level air aktual dan menghitung debit air yang keluar dari bak pengumpul, subVI pengontrol PID berfungsi untuk menghasilkan sinyal kontrol dan subVI kontrol *valve* berfungsi untuk menghasilkan persentase bukaan *valve*. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa proses pengisian bak pengumpul PDAM dari *raw water intake* dapat diperoleh cukup dengan memasang pengontrol integral (I) saja, karena dengan nilai konstanta I (K_i) = 3,985 sudah dapat menghasilkan sistem pengisian bak pengumpul PDAM yang baik pada waktu 2656 detik.

Kata Kunci: *PID, bak pengumpul, raw water intake, kontrol valve*

PENDAHULUAN

Secara umum sistem pengolahan air bersih terdiri dari beberapa unit yakni Raw Water Intake (Bangunan penyadapan air baku), bak pengumpul, Pulsator, Filter, Storage Well, Reservoir dan Clear Well. Setiap unit terhubung dengan pipa dan untuk mengalirkan air dari satu unit ke unit yang lain digunakan pompa, sedangkan untuk mengendalikan aliran air dalam sistem digunakan kran (Wijaya, 2008). Proses pengolahan air bersih pada tiap unit sudah dilakukan secara otomatis namun untuk

pengoperasian pompa masih dilakukan secara manual, khususnya pada pengisian bak pengumpul dari raw water intake, sehingga diperlukan kontrol otomatis untuk mempermudah pekerjaan manusia.

Salah satu kontrol otomatis yang banyak digunakan dalam dalam industry adalah pengontrol PID (Proportional Integral Derivative). Pengontrol ini terdiri dari 3 jenis pengontrol yang saling dikombinasikan, yaitu pengontrol P (Proportional), pengontrol I (Integral) dan pengontrol D (Derivative).

Staf Pengajar¹⁾ dan Mahasiswa²⁾ Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

Penelitian ini memodelkan proses pengisian bak pengumpul dari raw water intake secara otomatis menggunakan pengontrol PID yang dilakukan secara simulasi dengan menggunakan software LabView 7.1. dan sistem dinyatakan dalam rumusan matematik. Perancangan pengontrol PID dimaksudkan untuk mendapatkan sistem pengisian bak pengumpul PDAM yang baik. Pengontrol Proportional berfungsi mengeluarkan sinyal kontrol yang besarnya sebanding terhadap besarnya error (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya). Pengontrol Proportional akan memberikan efek mengurangi waktu naik, tetapi tidak menghapus kesalahan keadaan tunak. Pengontrol Integral berfungsi untuk menghilangkan kesalahan keadaan tunak. Sedangkan pengontrol Derivative umumnya dipakai untuk mempercepat respon awal suatu sistem, tetapi tidak memperkecil kesalahan pada keadaan tunaknya.

Raw Water Intake dan Bak Pengumpul

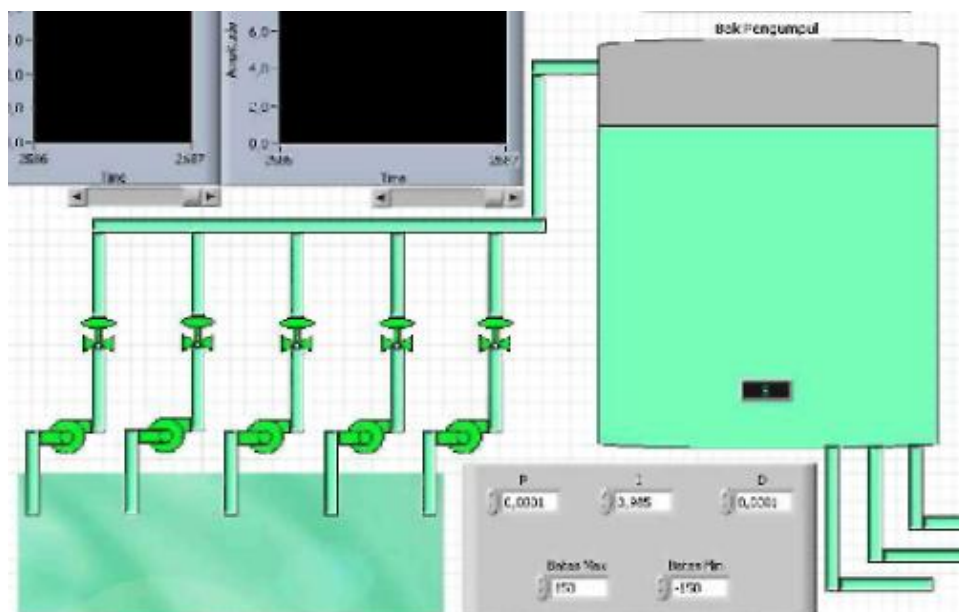
Raw Water Intake merupakan unit penangkap air baku yang berasal dari sumber air permukaan seperti sungai, mata air, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Unit air baku yang

diambil dari raw water intake terdiri dari tiga unit yaitu screen (penyaring), pompa intake dan bangunan sipil intake. Screen (penyaring) merupakan bangunan pengolah pertama. Disini air yang akan ditangkap disaring terlebih dahulu agar material atau kandungan di dalam air yang karena jumlahnya atau ukurannya dapat mengakibatkan gangguan pada proses pengolahan dapat terpisah dengan air yang akan diproduksi. Pompa intake, merupakan alat untuk menangkap dan mengirimkan air baku ke bangunan pengumpul. Pompa yang digunakan ada 5 buah yang mana tiap pompa memiliki kapasitas dan disain masing-masing. Bangunan sipil intake, merupakan tempat penunjang seluruh kegiatan operasional penyadap air baku.

Bak pengumpul adalah bak pengumpul/penampung sementara air baku dari Raw Water Intake sebelum dipompakan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA). Pada unit ini dilakukan proses pembubuhan koagulan dan proses pengadukan cepat (flash mixing) secara bersamaan. Koagulan adalah bahan kimia Aluminium Sulfat atau yang biasa disebut sebagai tawas yang digunakan pada air untuk membantu proses penggumpalan partikel-partikel kecil yang dapat

mengendap dengan sendirinya secara gravimetris. Unit ini berfungsi untuk membubuhkan zat koagulan secara teratur sesuai dengan kebutuhan dengan dosis yang tepat dengan cara gravitasi, yakni zat koagulan mengalir dengan sendirinya karena gravitasi. Sedangkan untuk meratakan zat koagulan yang ditambahkan agar dapat bercampur dengan air secara baik,

sempurna dan cepat dilakukan pengadukan cepat yakni dengan penerjunan air (dengan bantuan udara bertekanan). Dari proses pengadukan cepat ini diharapkan terjadinya penggumpalan floc (partikel yang besar dan bisa mengendap dengan gravitasi) agar nantinya dialirkan ke 3 unit pulsator (Wijaya, 2008)



Gambar 1. Disain Raw Water Intake ke Bak Pengumpul

METODOLOGI PENELITIAN

Simulasi proses pengisian bak pengumpul PDAM dari *raw water intake* dirancang menggunakan program Labview. Debit aliran air dari *raw water intake* ke bak pengumpul PDAM dikontrol alirannya dengan memakai *Control Valve* (kran) diman bukaannya dapat diatur antara 0 sampai 100 %. *Control Valve*

menerima masukan berupa tegangan antara 1-5 Volt dengan karakteristik *Normally Close*. Pengontrol PID digunakan untuk mendapatkan kestabilan sistem pada proses pengisian bak pengumpul PDAM dari *raw water intake* dan untuk mendapatkan kombinasi konstanta pengontrol PID yang baik pada pengisian bak pengumpul PDAM,

dilakukan dengan cara *try and error* sampai mendapatkan respons pengontrol sesuai dengan yang diinginkan.

Selain menentukan konstanta pengontrol PID, parameter lain yang harus dimasukkan/ditentukan adalah *Set Point* dan *Error*. Suatu sistem dikatakan berjalan dengan baik apabila Error yang dihasilkan sangat kecil atau mendekati 0.

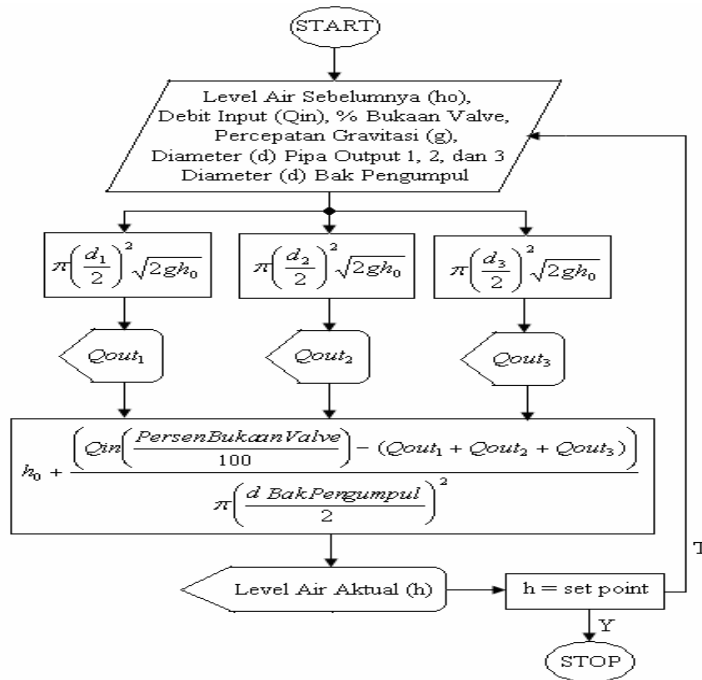
Beberapa asumsi data sistem yang digunakan dalam simulasi.

Beberapa asumsi data sistem yang digunakan dalam simulasi ini yaitu Bak pengumpul berbentuk silinder dengan alas berbentuk lingkaran dengan diameter alas 37.5 m dan tinggi bak pengumpul 10 m. Pipa output

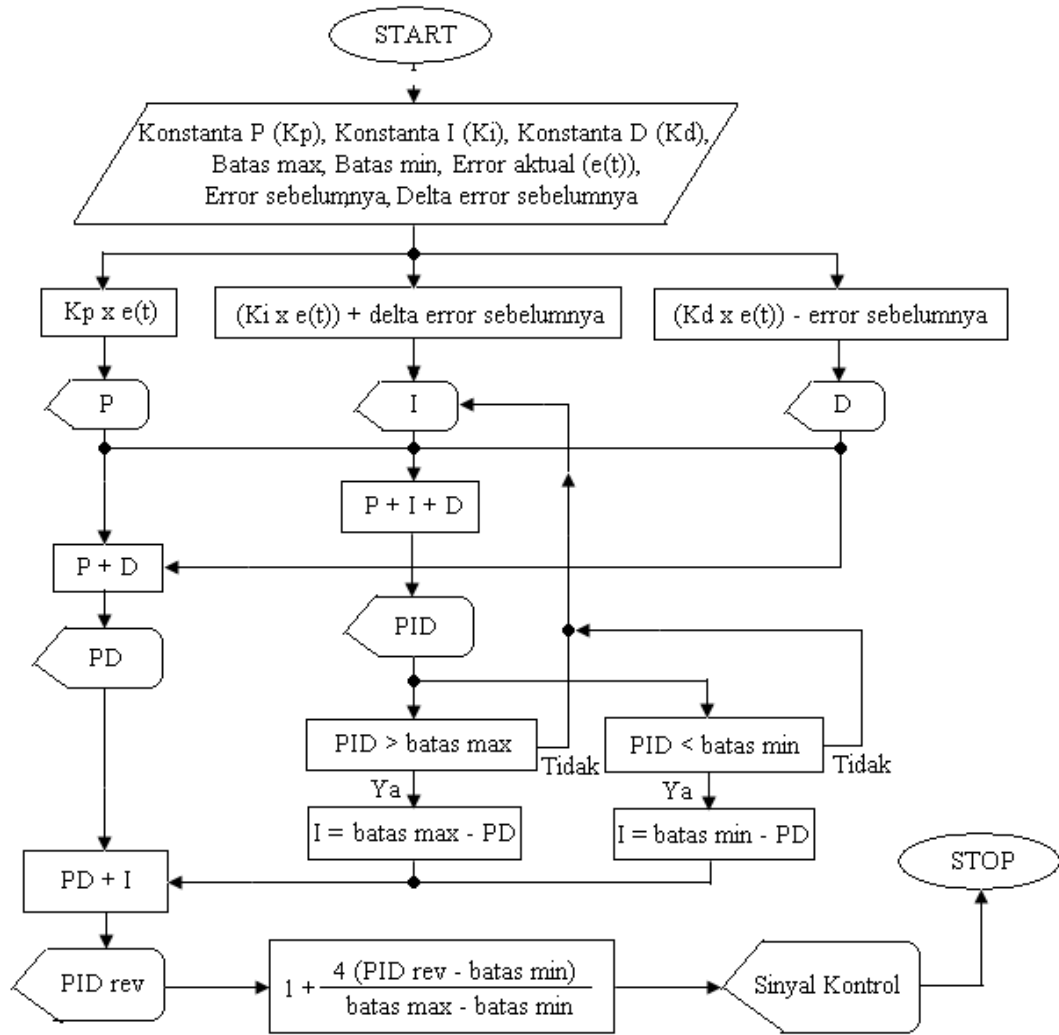
sebanyak 3 buah dan masing-masing alas pipa output berbentuk lingkaran dengan diameter 0.4 m, percepatan gravitasi 9.8 m/s². Debit aliran air yang masuk ke bak pengumpul dari unit raw water intake 0.649 m³/s.

Pembuatan Program

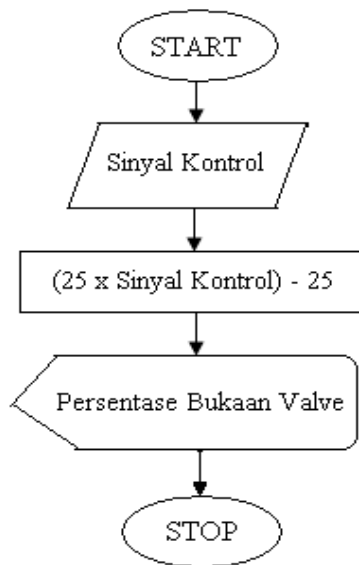
Dalam pembuatan simulasi ini perancang membaginya ke dalam beberapa subVI yaitu subVI bak pengumpul, subVI pengontrol PID dan subVI control valve. Setelah ketiga subVI ini selesai, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiga subVI tersebut di bawah suatu VI yang akan menjadi top level VI. Adapun diagram alir untuk tiap subVI dan top level VI adalah:



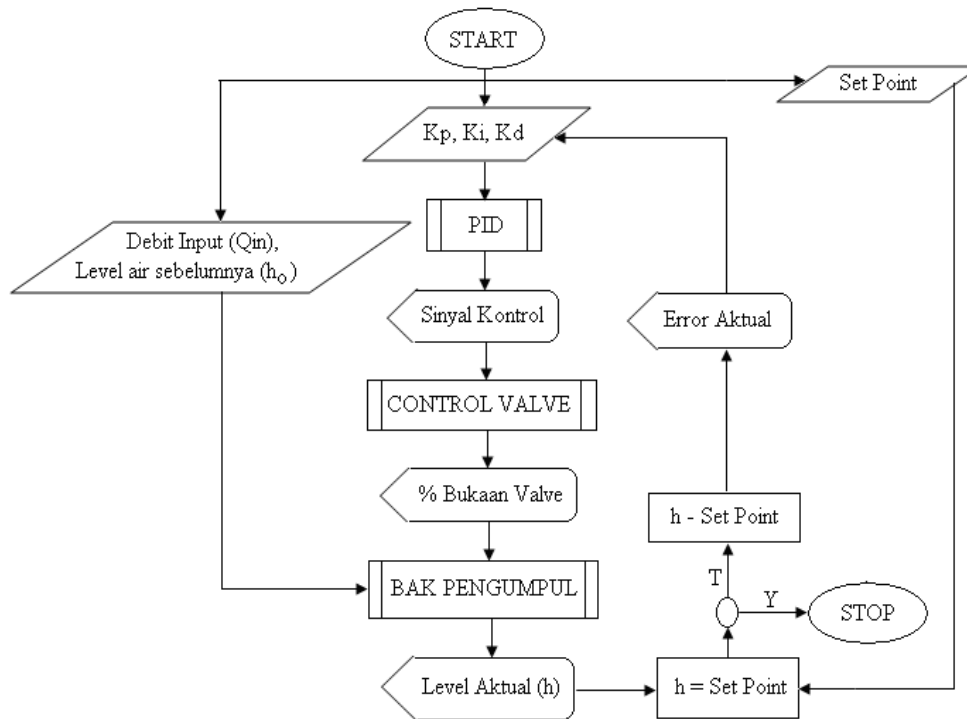
Gambar 2. Diagram alir sub VI bak pengumpul



Gambar 3. Diagram alir sub VI pengontrol PID



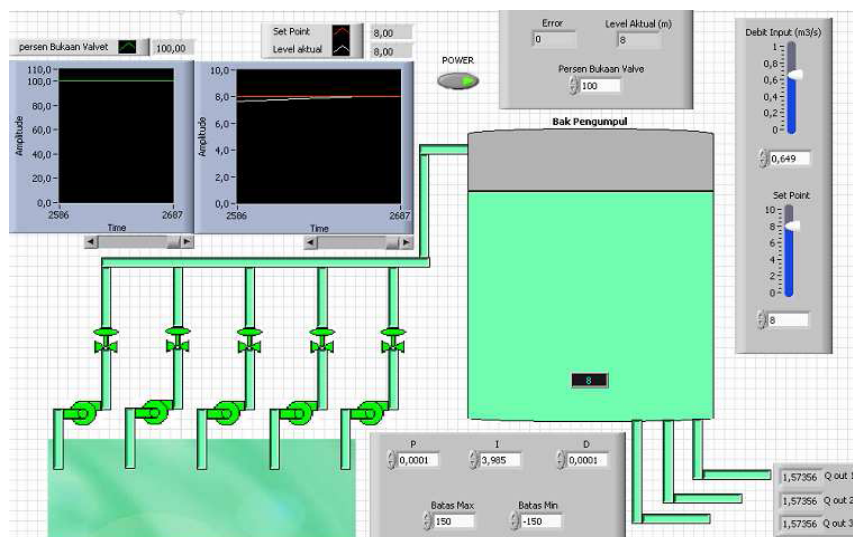
Gambar 4. Diagram alir persentase bukaan valve



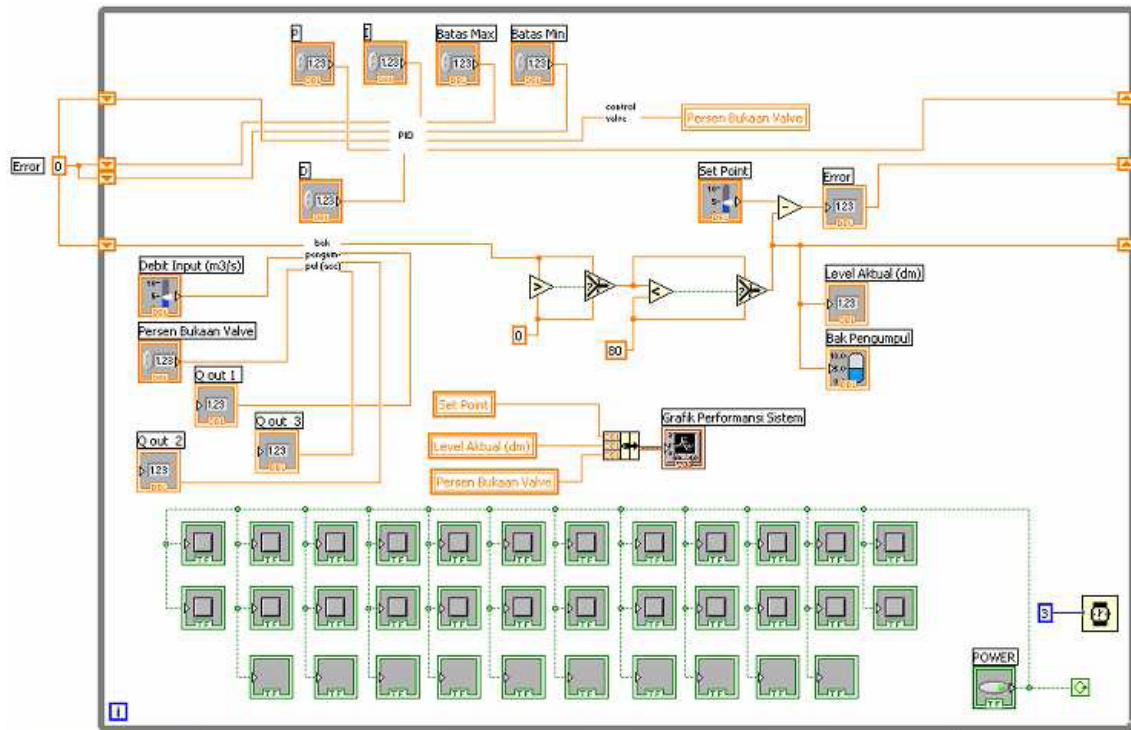
Gambar 5. Diagram alir top level VI

Gambar 6 dan 7 merupakan dua bagian yang harus dikerjakan dalam program Labview yaitu *front panel* dan diagram blok. *Front panel* adalah bagian yang digunakan untuk

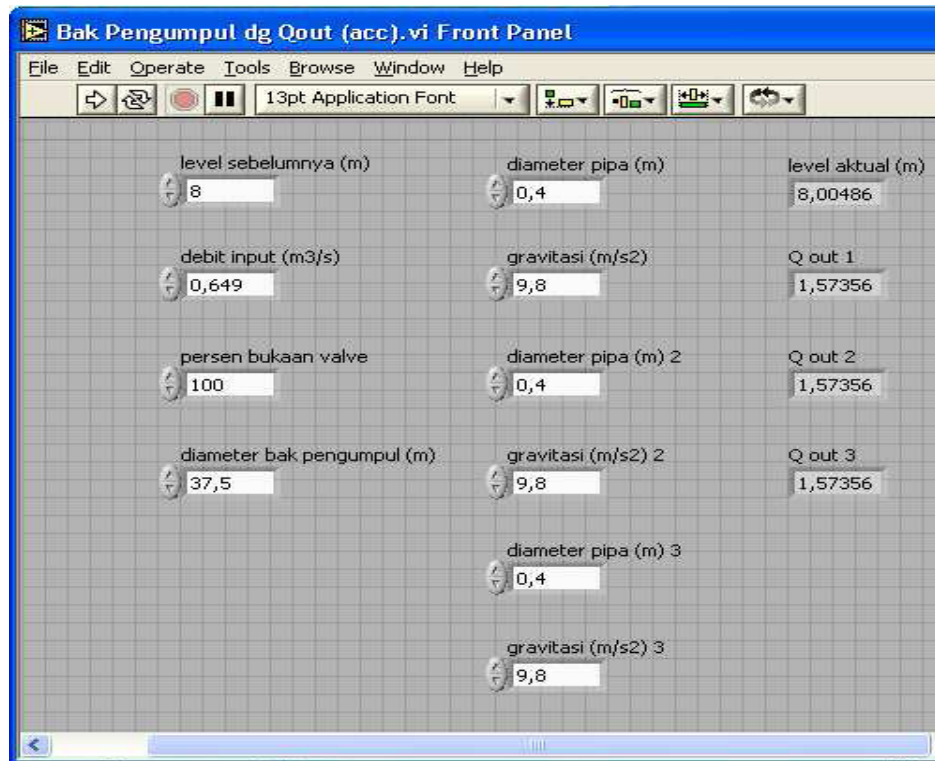
mensimulasikan panel instrumen. Sedangkan diagram blok adalah *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*.



Gambar 6. *Front Panel* Kontrol PID pada Proses Pengisian Bak Pengumpul dari Raw Water Intake



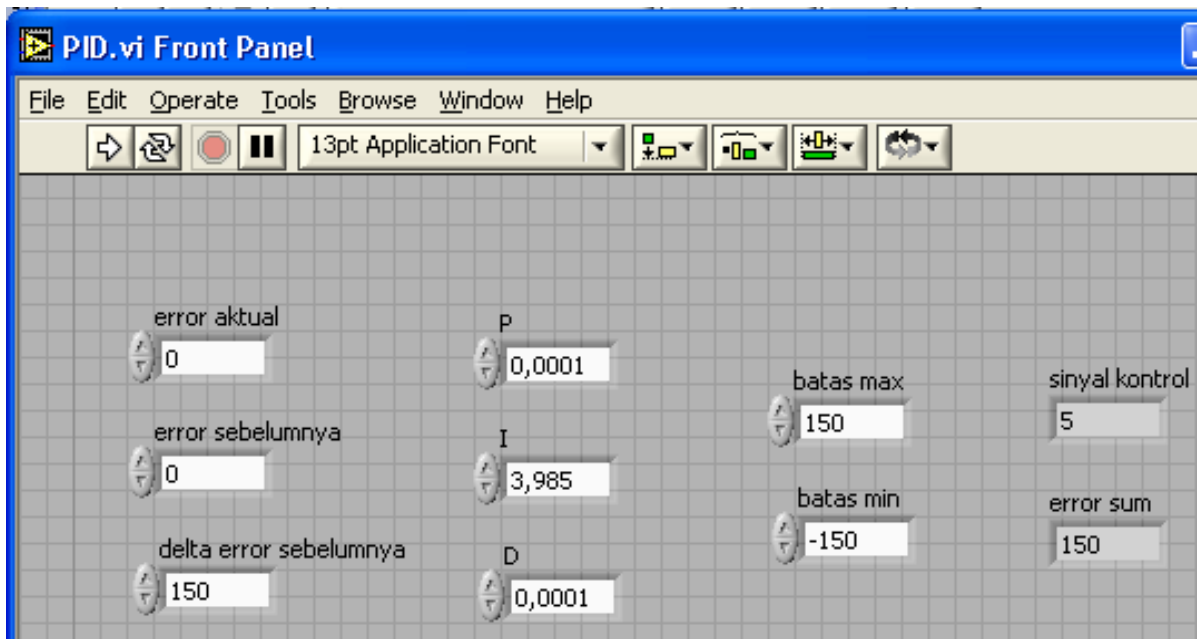
Gambar 6. Diagram Blok Kontrol PID pada Proses Pengisian Bak Pengumpul PDAM dari *Raw Water Intake*



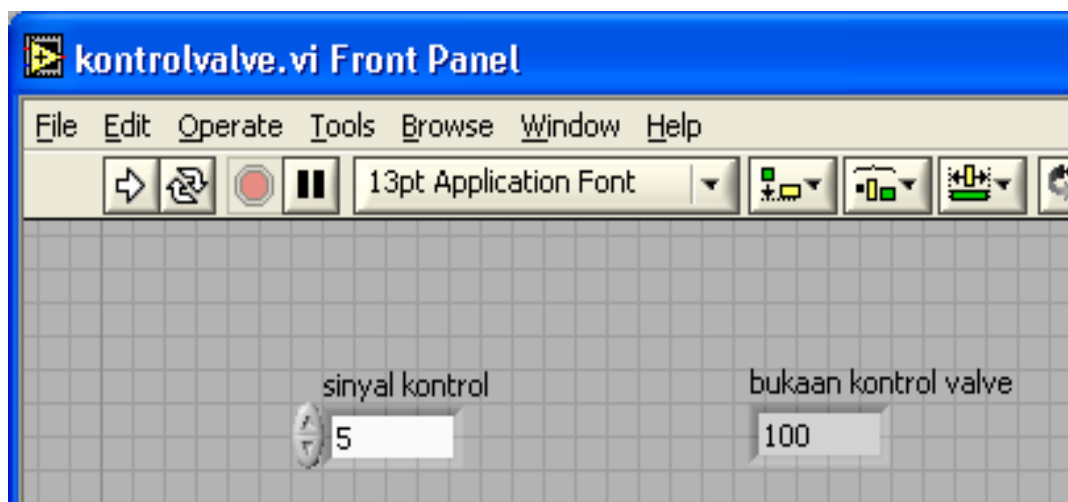
Gambar 7. Front panel bak pengumpul

Gambar 7, 8 dan 9 menunjukkan gambar front panel dari bak pengumpul, pengontrol PID dan control valve. Dari front panel dapat disimulasikan nilai-nilai masukan dan keluaran yang diinginkan. Gambar 7 merupakan nilai masukan yang digunakan pada subVI bak pengumpul

untuk menghasilkan level air aktual yaitu level air sebelumnya, debit masukan, persentasi bukaan valve, diameter alas bak pengumpul, diameter alas pipa keluaran dan percepatan gravitasi. subVI ini juga menghitung debit air yang keluar dari bak pengumpul.



Gambar 8. Front panel pengontrol PID dan control valve.



Gambar 9. Front panel control valve.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji pengontrol proporsional integral derivatif (PID) didapatkan bahwa untuk pengontrol proporsional (P), nilai terbaik untuk konstanta P adalah 18,7123 dengan waktu yang dibutuhkan untuk menstabilkan sistem adalah 2744 detik. Range pemberian konstanta P yang baik berada pada 18,7123 sampai 18,8. Jika nilai konstanta P yang diberikan lebih besar dari 18,8, maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem semakin besar. Begitu pula jika nilai konstanta P yang diberikan lebih kecil dari 18,7123, maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem juga semakin besar. Apabila nilai konstanta proporsionalnya kecil, pengontrol proporsional akan menghasilkan respon sistem yang lambat, tetapi jika nilai tersebut diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil.

Untuk pengontrol integral (I), nilai terbaik untuk konstanta I adalah 3,985. Jika nilai konstanta I yang diberikan lebih kecil dari 3,985 maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem semakin besar. Namun jika nilai konstanta I yang diberikan lebih besar dari 3,985,

waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem adalah sama seperti pada saat diberikan konstanta I sebesar 3,985 yakni 2656 detik. Hal ini dikarenakan pengontrol integral menghasilkan keluaran yang nilainya sama dengan keluaran sebelumnya ketika *erromya* berharga nol.

Pengontrol proporsional integral (PI) adalah gabungan dari pengontrol proporsional dan pengontrol integral. Berdasarkan uji pengontrol PI ini didapatkan bahwa, semakin kecil konstanta P yang diberikan untuk setiap konstanta I yang sama, maka waktu yang dibutuhkan untuk menstabilkan sistem semakin besar. Adapun kombinasi konstanta PI yang didapat adalah:

1. Untuk konstanta I = 0,5; kombinasi konstanta P terbaiknya adalah 13. Bila konstanta P lebih kecil dari 13 maka waktu yang dibutuhkan untuk menstabilkan sistem semakin besar tetapi bila konstanta P lebih besar dari 13 maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem adalah sama seperti pada saat diberikan konstanta P sebesar 13 yakni 2656 detik.

2. Untuk konstanta $I = 1$, kombinasi konstanta P terbaiknya adalah 10. Bila konstanta P lebih kecil dari 10 maka waktu yang dibutuhkan untuk menstabilkan sistem semakin besar tetapi bila konstanta P lebih besar dari 10 maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem adalah sama seperti pada saat diberikan konstanta P sebesar 10 yakni 2656 detik.
3. Untuk konstanta $I = 2$, kombinasi konstanta P terbaiknya adalah 6. Bila konstanta P lebih kecil dari 6 maka waktu yang dibutuhkan untuk menstabilkan sistem semakin besar tetapi bila konstanta P lebih besar dari 6 maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem adalah sama seperti pada saat diberikan konstanta P sebesar 6 yakni 2656 detik.
4. Untuk konstanta $I = 3$, kombinasi konstanta P terbaiknya adalah 3. Bila konstanta P lebih kecil dari 3 maka waktu yang dibutuhkan untuk menstabilkan sistem semakin besar tetapi bila konstanta P lebih besar dari 3 maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem adalah sama seperti pada saat diberikan konstanta P sebesar 3 yakni 2656 detik.

Dari hal di atas, terlihat bahwa pengontrol proporsional integral mirip dengan pengontrol integral. Namun ketika diberikan konstanta $I = 4$, berapa pun kombinasi konstanta P yang diberikan, waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem adalah sama yakni 2656 detik. Begitu pula ketika diberikan nilai konstanta $P = 0$, waktu dibutuhkan untuk mencapai kestabilan sistem juga sama yakni 2656 detik. Pemberian konstanta $P = 0$ sama dengan peniadaan pengontrol proporsional, sehingga dengan demikian dapat dikatakan cukup dengan pengontrol integral sudah dapat menghasilkan sistem pengisian bak pengumpul PDAM yang baik.

Untuk pengontrol proporsional derivatif (PD), didapatkan bahwa semakin besar konstanta D yang diberikan untuk setiap konstanta P yang sama, maka waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem adalah semakin besar. Untuk sistem yang diberikan pengontrol ini, waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai kestabilan sistem cukup lama, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pengontrol PD kurang baik bila digunakan untuk proses pengisian bak pengumpul.

Untuk pengontrol proporsional integral derivatif (PID), kombinasi konstanta terbaiknya adalah konstanta $P = 0,0001$; $I = 3,985$ dan $D = 0,0001$ dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan sistem selama 2656 detik. Nilai 0,0001 ini sangat kecil, apabila dianggap 0 atau dengan kata lain pengontrol proporsional dan pengontrol derivatif dihilangkan, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan sistem tetap sama yakni 2656 detik.

Dari semua hasil uji pengontrolan, dapat dilihat bahwa waktu untuk mencapai kestabilan sistem dengan menggunakan pengontrol I, pengontrol PI dan pengontrol PID adalah sama yaitu 2656 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada proses pengisian bak pengumpul PDAM dari *raw water intake* cukup hanya memberikan pengontrol integral (I) saja.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil simulasi, dengan pengontrol proporsional (P) kestabilan sistem dapat tercapai dalam waktu 2744 detik dengan konstanta P (K_p) = 18,7123. Dengan pengontrol integral (I), kestabilan sistem dapat tercapai dalam waktu 2656 detik dengan konstanta I (K_i) =

3,985. Dengan pengontrol PI dan PID, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan sistem juga 2656 detik yakni ketika kombinasi K_i yang diberikan adalah 3,985, dan untuk uji pengontrol PD waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan sistem adalah 2745 detik dengan kombinasi $K_p = 18,7123$ dan konstanta D (K_d) berkisar antara 0,0001- 0,001.

Dari hasil simulasi kontrol PID diperoleh bahwa proses pengisian bak pengumpul PDAM dari *raw water intake* dapat diperoleh cukup dengan memasang pengontrol integral (I) saja, karena dengan nilai konstanta I (K_i) = 3,985 sudah dapat menghasilkan sistem pengisian bak pengumpul PDAM yang baik yakni pada waktu 2656 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Lab. Instrumentasi Industri (INDI) Dept. Teknik Fisika – ITB. 2006. *Perkenalan Labview*. <http://energy.tf.itb.ac.id/ftp/Members/aski%20nitip/modul%20INDI/Bab%201%20-%20new.doc>. Diakses tanggal 17 Maret 2009.
- . 2006. *Studi Kasus Simulasi Pengontrol PID pada Plant Single Tank*. <http://energy.tf.itb.ac.id/ftp/Members/aski%20nitip/modul%20INDI/Bab%2008%20-%20PID-Sim.doc>. Diakses tanggal 17 Maret 2009.

- Prihatinningtyas, E. & T.B. Bardan. 2003. *Sistem Pengendalian dan Sistem Manajemen Pabrik serta Kajian Kelayakan Ekonomi*. <http://www.chem-is-try.org/index.php?sect=fokus&ext=14> Diakses tanggal 23 April 2008.
- Widyantoro, S. 2003. *Pengembangan Pengontrol PI Swatata Berbasis Metoda Neuro-Fuzzy dengan Arsitektur Anfis Untuk Primary Reformer di PT. Petrokimia Gresik. Tugas Akhir*. Program Sarjana Strata-1, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Wijaya, A.I. 2008. *Sistem Pengolahan Air Minum Pada Perusahaan Daerah Air Minum Bandarmasih Kota Banjarmasin. Laporan Kerja Praktik*. Program Sarjana Strata-1, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru. (Tidak Dipublikasikan).