

Simulasi Sistem Kontrol Induced Draft (ID) Fan Sebagai Furnace Pressure Control pada Boiler di Pltu Paiton Unit 7&8

Maula Nurul Khakam¹⁾, Akhmad Hendriawan, S.T, M.T²⁾

- 1) Department of electronic engineering, electronic engineering polytechnic institute of Surabaya ITS Surabaya Indonesia 60111, email : maulanurulkhakam@gmail.com
- 2) Department of electronic engineering, electronic engineering polytechnic institute of Surabaya ITS Surabaya Indonesia 60111, email : hendri@eepis-its.edu

Abstrak

Inti dari sebuah pembangkit listrik tenaga uap adalah merubah energi kimia menjadi energi listrik, dan bagian terpenting adalah pembakaran pada boiler yang merubah air menjadi *superheated steam* untuk menggerakkan baling-baling turbin yang di-couple dengan generator dan menghasilkan listrik. Pembakaran pada boiler dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah tekanan yang diatur oleh *Furnace Pressure Control* berfungsi menjaga tekanan pembakaran boiler tetap di bawah tekanan atmosfer (*slight-negative*), serta mengeluarkan gas hasil pembakaran (*flue-gas*) boiler ke udara bebas oleh *Induced Draft Fan* dengan mengontrol posisi *blade pitch* (kipas) dari ID Fan yang dikontrol DCS (*Distributed Control System*) Bailey. Proyek akhir ini membuat software simulasi sistem kontrol *Induced Draft (ID-Fan)* yang dibangun menggunakan software *Visual Basic 6.0* berdasarkan fungsi dan kalkulasi *logic diagram* DCS Bailey Paiton 7&8 dan menggunakan kontrol APID (*Advanced Proportional Integral Derrivative*) yang mengolah *signal error* antara *process variable* dari 3 *pressure indicating* (BG-PI-548), BF-PI-697, dan BF-PI-699), serta *feed-forward* dari *Forced-draft fan demand* dan *Primary Air Demand* dengan output akhir ID Fan *blade pitch demand* yang mengontrol besar sudut kipas ID Fan, output akhir disimpan ke dalam file .csv (*Comma Separated Values*) dan dapat dikirim ke komputer lainnya sebagai *actuator* ID Fan melalui *Winsock Control*. Simulasi akan menunjukkan reaksi dari *blade pitch demand* ID Fan, setelah dibandingkan dengan data aktual *blade pitch demand* dari *PI-Processbook*, prosentase error id-fan *blade pitch demand* antara data actual dengan simulasi adalah 1.280068952%. Sehingga simulator ini dapat mewakili kontrol *blade pitch ID Fan* yang digunakan pada PLTU Paiton 7&8.

Kata Kunci : Simulasi, Boiler, Furnace Pressure Control, ID Fan, DCS Bailey , Visual Basic 6.0, PI-Processbook, Winsock Control.

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya perkembangan teknologi, memaksa dunia industri menggunakan peralatan-peralatan modern. PLTU Paiton Unit 7 & 8 yang dioperasikan oleh PT. IPMOMI (Internasional Power Mitsui Operation and Maintenance Indonesia) menggunakan DCS (*Distributed Control System*), Mark-V TMR, dan PLC (*Progammable Logic Control*) sebagai sistem kontrol otomatisnya.

Terbatasnya dunia pendidikan dalam menyediakan media pembelajaran yang sesuai dengan standart industri, membuat kreatifitas dan kompetensi mahasiswa tidak maksimal. Oleh karena itu,

pembelajaran yang seimbang antara teori dan praktek, membantu mahasiswa memahami teori yang mereka pelajari di bangku kuliah dengan aplikasi sebenarnya. Setelah melakukan kerja praktek dan mencari referensi di PLTU Paiton Unit 7 & 8, mahasiswa diharapkan mampu membuat simulasi mengenai sistem kontrol di PLTU Paiton Unit 7 & 8 sebagai proyek akhir mahasiswa Diploma III Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

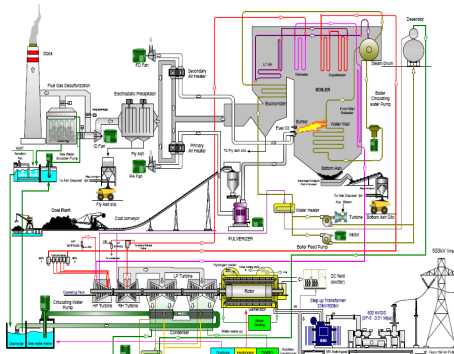
Proyek akhir ini membahas “Simulasi Sistem Kontrol Induced Draft (ID-Fan) sebagai Furnace Pressure Control pada Boiler di PLTU Paiton Unit 7 & 8” dibangun menggunakan *software* Visual Basic 6.0. Dimana *Furnace Pressure Control* menjaga tekanan pembakaran boiler dengan atmosfer tetap di bawah tekanan atmosfer (*slight-negative*), serta mengeluarkan gas hasil pembakaran (*flue-gas*) boiler menuju ke udara bebas dengan mengontrol posisi *blade pitch* (kipas) dari ID Fan yang dikontrol DCS (*Distributed Control System*) dengan kontrol APID (*Advanced Proportional Integral Derrivative*) berdasarkan *process variable* dari 3 *pressure indicating* (BG-PI-548), BF-PI-697, dan BF-PI-699), serta *feed-forward* dari *forced-draft fan demand* dan total *primary air demand*.

Diharapkan simulasi ini membantu calon operator teknis, mahasiswa, maupun pelajar untuk memahami bagaimana cara kerja sistem kontrol *induced draft fan* (ID Fan) sebagai *furnace pressure control* pada boiler. Dan dapat dijadikan pemodelan sistem kontrol jika diinginkan desain kontrol yang lebih baik yang akan bermanfaat bagi perusahaan.

II. DASAR TEORI

A. PLTU PAITON Unit 7 dan 8

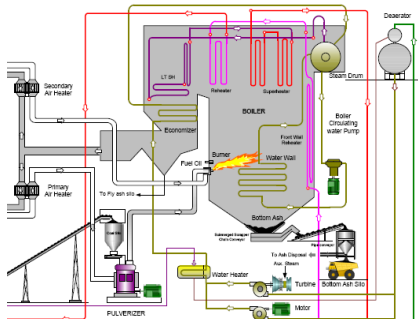
Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) pada dasarnya adalah pengkonversi energi yang mengkonversikan potensial energi fosil (batubara) menjadi energi listrik, dengan pembakaran batubara pada boiler untuk memanaskan air dan mengubah air tersebut menjadi uap dengan suhu dan tekanan yang sudah ditentukan untuk kemudian digunakan menggerakkan turbin dan menghasilkan tenaga listrik dari kumparan medan magnet di generator. Proses alir PLTU Paiton Unit 7 dan 8 dijelaskan pada gambar di bawah.



Gambar 1. Proses alir PLTU Paiton Unit 7 dan 8.

B. Boiler

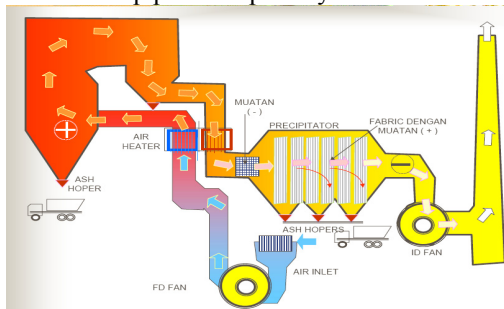
Boiler adalah alat untuk menghasilkan uap air, yang akan digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga menghasilkan listrik. Bahan bakar boiler pltu paiton unit 7 & 8, menggunakan bahan bakar batubara.



Gambar 2. Penampang Boiler

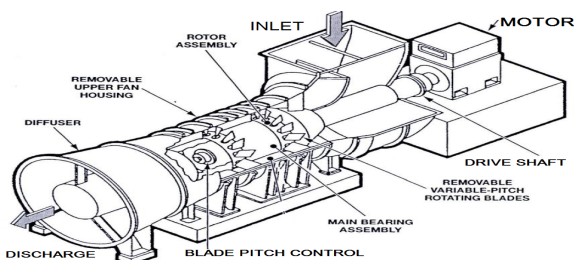
C. Furnace pressure

Proses pembakaran (furnace) yang bekerja dengan tekanan yang negatif atau dibawah tekanan atmosfer selalu dilengkapi dengan Force Draft Fan (FD Fan) dan Induced Draft Fan (ID Fan) untuk menjaga alur tekanan tetap pada set-pointnya.



Gambar 3. Alur Tekanan Gas.

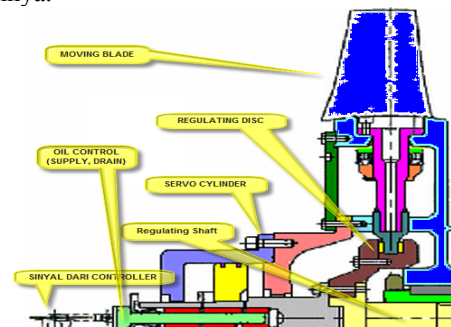
D. Induced Draft Fan



Gambar 5. Penampang ID Fan.

Induce Draft FAN (ID Fan) adalah kipas yang menyedot udara dari dalam boiler keluar menuju cerobong, menghasilkan tekanan negatif pada boiler, menjaga sirkulasi udara pembakaran dalam boiler tetap normal yakni dari secondary air (FD Fan) sebagai pemasok udara pembakaran dengan (ID Fan) sebagai penyedot udara pembakaran seimbang. Memiliki baling-baling kipas (fan blades) dipasang di sebuah Rotor Fan Wheel.

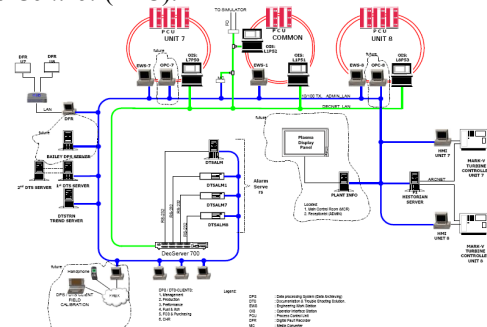
Besarnya tekanan dan volume flue-gas yang dihisap oleh ID Fan diatur oleh besarnya sudut dari blade pitch ID Fan, semakin besar sudut bukannya maka tekanan yang dihisap semakin besar. Besarnya derajat putar blade pitch digerakkan oleh actuator hydraulic servo menggunakan oil bertekanan untuk menggerakkan regulating disc moving blade, dan regulating shaft yang menggerakkan regulating disc moving blade sisi sebaliknya.



Gambar 6. blade pitch control overview.

E. Sistem Kontrol Pitu Paiton Unit 7 & 8

Sistem kontrol pada PLTU Paiton Unit 7 dan 8 menggunakan Distributed Control System (DCS), Mark-V TMR (controller pada Turbine), dan Programmable Logic Control (PLC).



Gambar 7. plant control loop PLTU Paiton Unit 7 dan 8

F. Logic Diagram dan Function Code

Dalam menyelesaikan software simulasi pada Proyek Akhir ini, simulasi mengacu pada fungsi-fungsi yang ada pada logic diagram, dimana memiliki beberapa fungsi yang dinamakan function code. Berikut adalah penjelasan tentang Function Code tersebut :

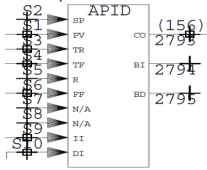
1. Fungsi Analog Transfer



Gambar 8. Fungsi Analog Transfer

Function Code ini memilih salah satu dari dua input (S1 dan S2) berdasarkan Boolean input (S3). Output yang keluar bergantung dari input S3.

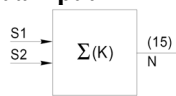
2. **Advanced PID (Function Code 156)**



Gambar 9. Advance PID

Function Code Advanced PID control ini mempunyai fungsi Proportional, Integral dan Derivative controller

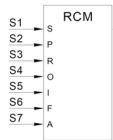
3. **Summer dua input**



Gambar 10. Fungsi Summer

Function code ini menjumlahkan dua buah inputnya dengan kondisi tertentu.

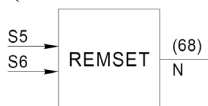
4. **RCM (Remote Control Memory)**



Gambar 11. Lambang dari Logic function code RCM

Fungsi kode ini adalah untuk mengeset atau mereset flip-flop memory oleh konsol, control station atau komputer melalui network interface unit (NIU).

5. **REMSET (Remote Manual Set Constant)**



Gambar 12. Fungsi REMSET

Remote Manual Set Constant (RMSC) adalah fungsi yang memungkinkan nilai konstan untuk dimasukkan pada skema kontroler (*Set-Point*).

6. **High Select**

Fungsi ini memilih nilai input terbesar



Gambar 13. Fungsi High Select

7. **Low Select**

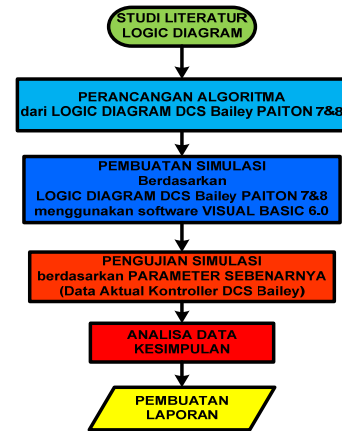
Fungsi ini memilih nilai input terkecil



Gambar 14. Fungsi Low Select

III. METHODE

Perancangan dan pembuatan simulasi sistem control ID (Induced Draft) Fan pada boiler dimulai dengan beberapa prosedur sebagai berikut :

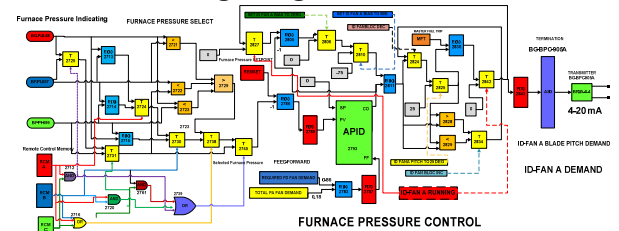


Gambar 15. Blok Diagram perancangan proyek akhir.

A. **Studi Literatur**

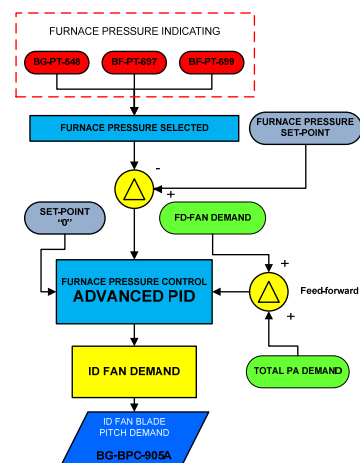
Mempelajari LOGIC DIAGRAM DCS Bailey dari sistem furnace pressure control beserta boiler, furnace pressure control, induced draft fan, dcs bailey infi 90, visual basic 6.0.

B. **Perancangan Algoritma**



Gambar 16. Logic Diagram Sistem Kontrol ID Fan.

Menerjemahkan fungsi-fungsi logic diagram ke dalam program Visual Basic 6.0. Perancangan algoritma simulasi (ID-fan) sebagai furnace pressure control boiler PLTU Paiton 7&8, terdiri dari 3 bagian, yakni Furnace Pressure select, Furnace Pressure Control, dan ID-Fan Demand seperti gambar dibawah.



Gambar 17. Blok Diagram Perancangan algoritma.

C. Desain dan Pemrograman Simulasi menggunakan *software* Visual Basic 6.0

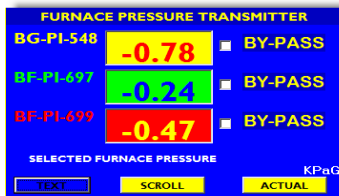
1. Form Simulasi.



Gambar 18. Simulator Visual Basic 6.0

Merupakan Form utama simulasi yang berisi main program, input, trigger, animasi, grafik, progressbar, beserta output dari simulasi (*id-fan blade pitch demand*).

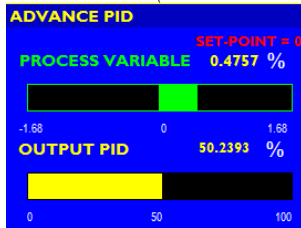
2. Form Input Simulasi



Gambar 19. Input Furnace Pressure Transmitter

Untuk input furnace pressure transmitter: BG-PI-548 (KPaG), BF-PI-697 (KPaG), dan BF-PI-699 (KPaG) dengan memasukkan nilai pada *textbox* dengan range 0 s.d -1 (KPaG). Dan beserta juga Checkbox untuk memilih include atau by-pass (1/0).

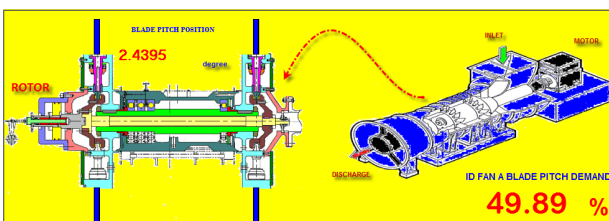
3. Form Proses APID (*Advanced PID*)



Gambar 20. Form Proses kontrol APID.

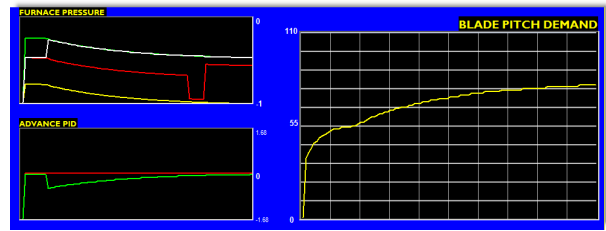
Menampilkan Proses kontroler APID mulai dari nilai PV (*Process Variable*) dan Output PID, dengan Set-Point dalam satuan persen.

4. Form Output Simulasi



Gambar 21. output animasi blade pitch demand

Menampilkan visualisasi posisi *blade-pitch* (besar sudut blade kipas pada rotor) ID Fan ke dalam animasi yang berupa *shape* dengan mengatur besar *properties left shape*, sehingga bergerak seperti baling-baling kipas sebenarnya.

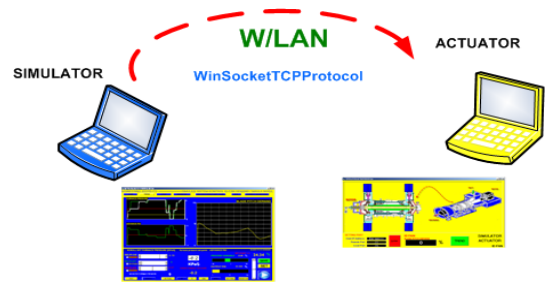


Gambar 21 display output trend.

Menampilkan Grafik output dari simulasi beserta input dan proses kontrol APID.

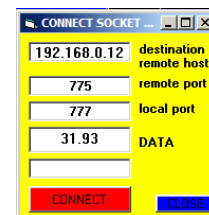
5. Form Koneksi Winsock.

Winsock merupakan komponen dari Visual basic 6.0 yang dapat menghubungkan Visual Basic 6.0 dengan internet melalui *TCP/IP* (*transmission Control Protocol/Internet Protocol*).

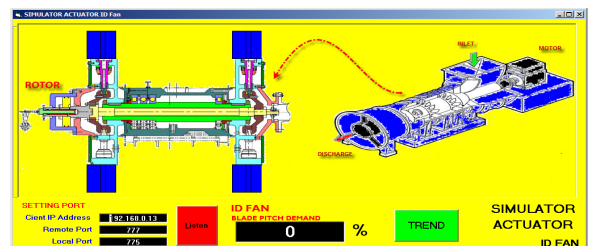


Gambar 22 perancangan Winsock Control.

Pada *SendData* dimasukkan nilai *ID Fan Blade Pitch demand* yang nantinya akan dikirim ke komputer *actuator* (*Client*) melalui koneksi *TCP/IP* (*WLAN*).



Gambar 23 Form Setting Winsock Client.

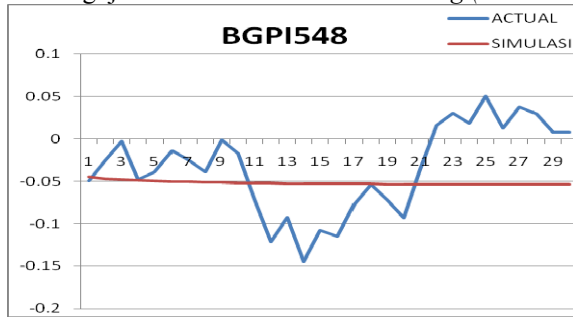


Gambar 24 Animated Winsock pada Actuator (*Client*).

Pada form komputer *actuator* (*Server*) hanya menerima data dari komputer *client* dengan data berupa *ID Fan blade pitch demand*.

IV. HASIL PENELITIAN

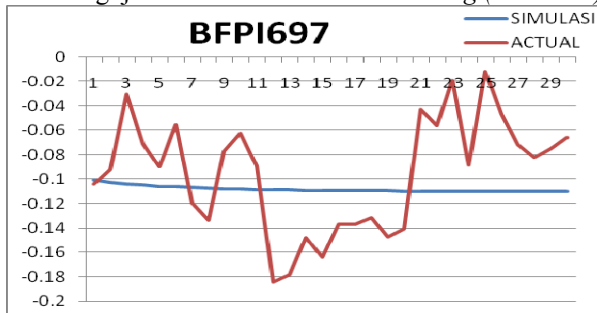
A. Pengujian Furnace Pressure Indicating (BGPI548)



Grafik 25 hubungan hasil simulasi dengan actual BGPI548

Pada furnace pressure BGPI548, error mencapai 78.0039708 %, ini dikarenakan furnace pressure yang diselect atau dipilih adalah BFPI699, sehingga yang menjadi acuan adalah BGPI699. Jadi parameter sensor ini hanya sebagai *redundant (back-up) furnace pressure indicating*.

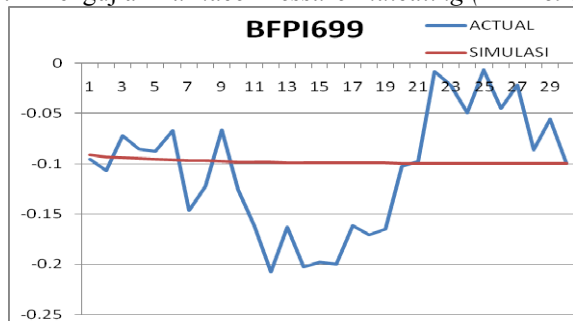
B. Pengujian Furnace Pressure Indicating (BFPI697)



Grafik 26. hubungan hasil simulasi dengan actual BFPI697.

Persentase error furnace pressure BFPI697 adalah rata-rata 13.66665759 %, lebih baik dibandingkan BGPI548. Karena BFPI697 posisinya ada di outlet dari boiler gas menuju ke esp dan induced-draft fan. Sehingga, nilainya mendekati sebenarnya, dan juga sensornya berdekatan dengan BFPI699 yang menjadi acuan dari *furnace pressure control boiler*.

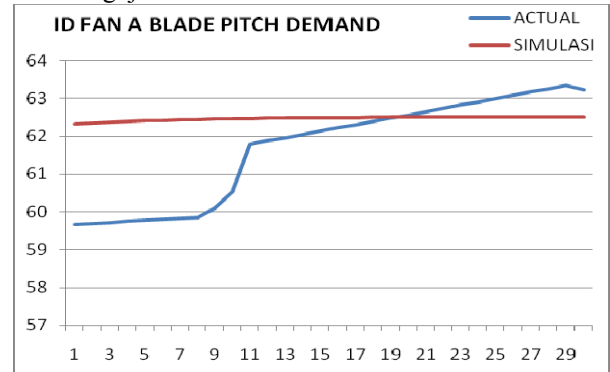
C. Pengujian Furnace Pressure Indicating (BFPI699)



Grafik 27. hubungan hasil simulasi dengan actual BFPI699.

BFPI699 merupakan *selected furnace pressure*, sehingga menjadi acuan *furnace pressure control boiler*, dengan prosentase error 7.778554 %. error antara actual furnace pressure BFPI699 dengan simulasi furnace pressure BFPI699.

D. Pengujian ID Fan A Blade Pitch Demand



Grafik 28. Hubungan antara hasil simulasi dengan actual Blade Pitch Demand.

Prosentase *error id-fan blade pitch demand* antara data actual dengan simulasi adalah 1.280068952%, karena id-fan blade pitch demand adalah nilai output, jadi error harus diminimalisir.

V. KESIMPULAN

Cara Kerja ID Fan sebagai *furnace pressure control* adalah menjaga tekanan pembakaran dalam boiler tetap di bawah tekanan atmosfer (*slight-negative*), dan mengeluarkan gas sisa pembakaran (*flue-gas*) dari boiler ke udara bebas.

Logic Diagram membantu mengetahui informasi dari sistem kontrol ID Fan. Sehingga kita dapat mempelajari, membangun, dan memperbaiki sistem kontrol ID Fan dari logic diagram.

Simulasi menampilkan kondisi sesuai dengan keadaan sebenarnya menggunakan *Visual Basic 6.0*. Setelah dibandingkan dengan data actual *blade pitch demand* dari *PI-Processbook*, prosentase *error id-fan blade pitch demand* antara data actual dengan simulasi adalah 1.280068952%. Sehingga simulator ini dapat mewakili kontrol *blade pitch ID Fan* yang digunakan pada PLTU Paiton 7&8.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] NusTraining, *Generic Training Module (1-20)*
- [2] Paiton Power Project 7&8 (Phase 1), *Plant Description*
- [4] Paiton Power Project 7&8 (Phase 1), *Induced Draft Fan Instruction Manual*. Mitsubishi Heavy Industries, 1998.
- [5] Sampurno Djoko, *Plant Auxilliaris, PLTU PAITON 7&8, 2008*
- [6] Dharmes Agus tantiyono, *Boiler Fundamental PLTU PAITON 7&8, 2009*
- [7] Elslag Bailey Process Automation, *Bailey Infi 90 Instruction Function Code Application Manual ; 1995, USA.*
- [8] Bailey, *BC Sheet #56 Logic Diagram*
- [9] Bailey, *BC Sheet #57 Logic Diagram*
- [10] Bailey, *BC Sheet #58 Logic Diagram*
- [11] Bailey, *BC Sheet #17 Logic Diagram*
- [12] P&ID's Power Block Induced Draft Fan Paiton 7&8