

PENGARUH LINIERITAS CONTROL VALVE FY-301 TERHADAP PROSES PELARUTAN YELLOW CAKE DI INSTALASI PEMURNIAN DAN KONVERSI

Triarjo¹, Sugeng Rianto¹, Eddy Muljono¹

¹Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir BATAN
Email : triarjo@batan.go.id

ABSTRAK- Telah dilakukan uji linieritas *control valve* dengan menggunakan standar peralatan kalibrator arus model Fluke 725 Multi Function Process Calibrator. Metode yang digunakan yaitu dengan menginjeksi arus standar ke sistem kontrol valve dan diamati respon gerakan dari *control valve* nya. Tujuan dari uji linieritas ini adalah untuk memastikan kondisi *control valve* sebagai salah satu variabel proses pelarutan *yellow cake* menjadi larutan uranil nitrat yaitu pengaturan panas uap pada jaket tangki DI-301. Hasil pengujian tersebut diharapkan membentuk grafik linearitas hysteresis. Jika hasil pengujian tersebut tidak linear maka harus dilakukan kalibrasi dan bila perlu dilakukan penggantian instrument *control valve*. Hasil uji linieritas *control valve* FY-301 masukan untuk pengaturan panas uap pada jaket tangki DI-301 untuk proses pelarutan *yellow cake* menjadi larutan uranil nitrat, didapat deviasi 1,34% arus terhadap udara tekan *control valve*. Sedangkan hasil uji linieritas positioner *steam* FY-301 terhadap arus, deviasi rata-ratanya adalah 12%. Hal ini memperlihatkan bahwa positioner FY-301 sudah mengalami penurunan unjuk kerja sehingga berpengaruh terhadap kecepatan pemanasan pada proses pelarutan *yellow cake* menjadi larutan uranil nitrat di tangki *dissolver* DI-301 pada parameter suhu proses 60°C sampai dengan 95 °C. Dengan demikian perlu dilakukan kalibrasi, perbaikan atau penggantian alat positioner control valve FY-301.

Kata kunci: *control valve*, linieritas, tangki *dissolver*

ABSTRACT- *Control valve linearity test has been performed using the standard current calibrator equipment model of the Fluke 725 Multi Function Process Calibrator. The method is injecting a standard current into the control valve system and observing the response movement from the valve control. The purpose of this linearity test is to ensure the condition of the control valve as one of the in variables process of dissolving yellow cake into uranyl nitrate that controlling heat steam on the tank jacket DI-301. The test results are indicator a linearity hysteresis graph. If results the test is not linear, so it must be calibrated and need to replace the instrument control valve of necessary. From the results of the control valve linearity test FY-301 to enter the steam heat setting on the jacket tank DI-301 the process of dissolving yellow cake into uranyl nitrate solution obtained a deviation of 1.34% of the current against compressed air control valve. While the results of the linearity test of the FY-301 steam positioner to the current, the average deviation the rate is 12%. This shows that the FY-301 positioner has experienced a decrease in performance work so that it affects the speed of heating in the process of dissolving yellow cake into a solution Uranium nitrate in the DI-301 dissolver tank at a process temperature parameter of 60 °C to 95 °C. Thus it is necessary to calibrate, repair, or replace the positioner control valve FY-301.*

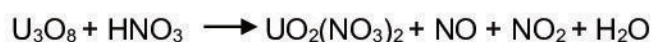
Kata kunci: *control valve*, linierity, *dissolver* tank

I. PENDAHULUAN

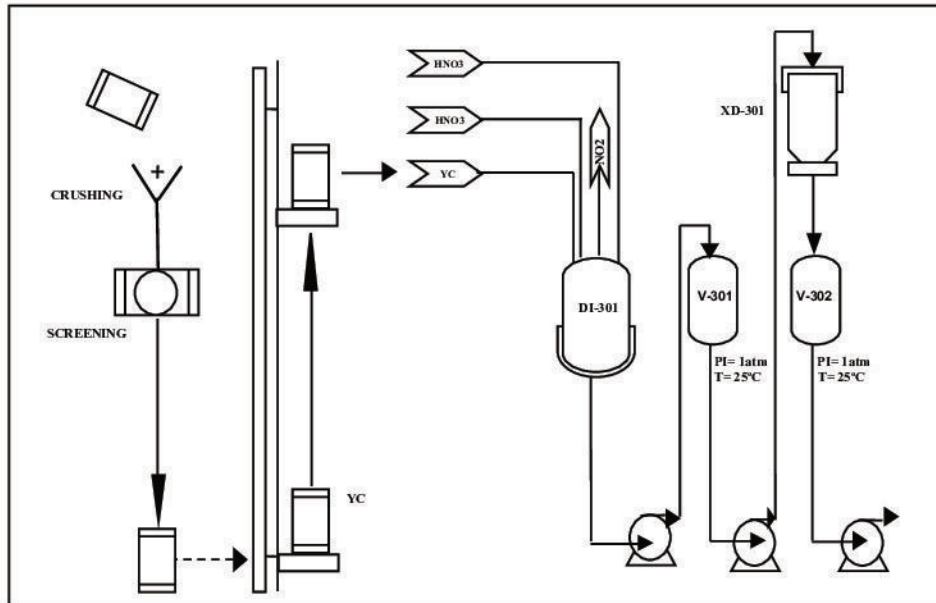
Bahan bakar nuklir adalah merupakan komponen utama dalam pengoperasian reaktor nuklir baik rektor daya (PLTN) maupun reaktor riset. Hingga saat ini bahan bakar nuklir yang banyak digunakan adalah uranium, dimana bahan uranium tersebut

cukup tersedia dalam jangka waktu lama di Indonesia[1]. Indonesia dalam hal ini BATAN, di kawasan Puspiptek Serpong mempunyai Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) yang dilengkapi dengan fasilitas konversi *Pilot Conversion Plant* (PCP) yang berfungsi untuk mengolah bahan baku *yellow cake* menjadi serbuk UO_2 [2]. Fasilitas tersebut terdiri dari beberapa unit proses, salah satunya adalah unit pelarutan (Seksi 300) yang berfungsi untuk melarutkan padatan *yellow cake* (YC) menjadi larutan Uranil Nitrat/ $UO_2(NO_3)_2$ atau (UN)[3,6]. Proses pelarutan bertujuan untuk merubah uranium bentuk padat yang terdapat dalam *yellow cake* menjadi uranium bentuk cair dalam larutan uranil nitrat (UN) sehingga memudahkan proses pemisahan uranium dengan pengotor-pengotornya pada proses pemurnian. Proses pelarutan serbuk YC dilakukan dengan menggunakan asam nitrat (HNO_3) yang terdiri dari 3 (tiga) parameter proses yaitu konsentrasi asam nitrat, suhu proses pelarutan dan laju pengadukan untuk mendapatkan kondisi/parameter proses pelarutan yang cukup baik/optimal.

Di alam bebas uranium dalam *yellow cake* terikat dalam bentuk oksida U_3O_8 sehingga jika direaksikan dengan asam nitrat HNO_3 akan menghasilkan larutan uranil nitrat dengan mengikuti persamaan reaksi Sebagai berikut :



Proses pelarutan dilakukan di dalam tangki pelarutan DI-301 (*dissolver tank*), menggunakan sumber panas dari *steam* dan sebagai pengaduk digunakan sistem pengaduk udara tekan (*compressed air*) yang disemburkan/digelembungkan dari bawah tangki pelarutan [4] . Proses pelarutan serbuk YC dimulai dari proses *crushing* bertujuan untuk *size reduction*, *sieving*/pengayakan, pengangkutan (*lift elevator*), dan proses pelarutan dengan asam nitrat hingga diperoleh larutan uranil nitrat (UN). Selanjutnya dilakukan pemisahan antara larutan uranil nitrat dengan lumpur yang tidak terlarut dengan menggunakan *centrifuge* (XD-301) sehingga diperoleh larutan UN yang bersih. Diagram alir proses seperti diperlihatkan pada Gambar 1^[4].



Gambar 1. Diagram alir proses pelarutan YC dalam tangki DI-301

Keterangan gambar :

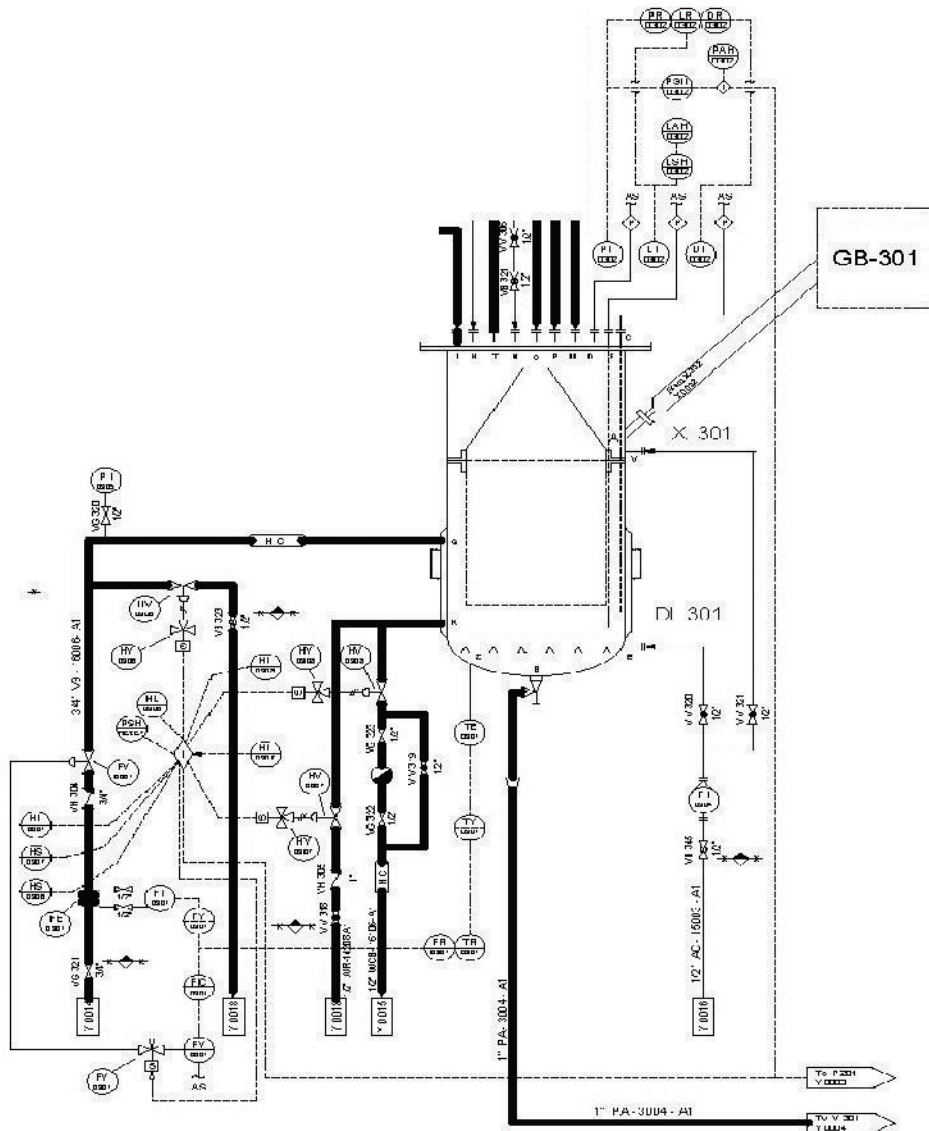
DI-301 : Tangki pelarutan / *dissolver tank*

XD-301: *Centrifuge* / pemisah padatan dan cairan

V-301 : Tangki penampung UN hasil pelarutan

V-302 : Tangki penampung UN hasil centrifuge

Linieritas adalah sifat hubungan yang linier antar variable, artinya setiap perubahan yang terjadi pada satu variable akan diikuti perubahan dengan besaran yang sejajar pada variable lainnya. Uji linieritas pada katup pneumatik FY-301 dilakukan dengan memberikan kenaikan dan penurunan arus standar industri 4-20 mA ke instrumen prosesnya dan melihat respon pembukaan instrumen katup pneumatik tersebut apakah linear atau tidak. Jika tidak linier maka harus dilakukan pengesetan (*adjustment*) pada instrumen proses tersebut. Uji linieritas dilakukan secara periodik agar proses pelarutan dapat berjalan dengan baik dan efisiensi. Sedangkan untuk kalibrasi dilakukan secara berkala sesuai dengan prosedur operasi dan perawatan alat. Pada tangki DI-301 dilakukan kalibrasi untuk parameter aliran (*flow*), level, tekanan dan densitas proses, sehingga dengan adanya kalibrasi diharapkan hasil pelarutan dapat terkualifikasi dengan baik. Gambar 2 menunjukkan tangki DI-310 beserta instrumentasi dan kendalinya^[4].



Gambar 2. Sistem instrumentasi pelarutan tangki DI-301.

METODOLOGI

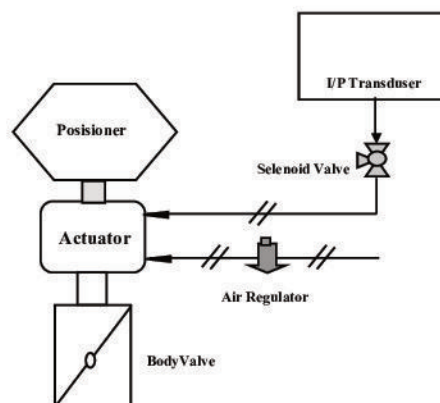
A. Peralatan dan Bahan

1. Peralatan sistem pelarutan YC yakni tangki *Dissolver* DI-301 Seksi 300
2. *Flow Transmitter* FT-301 dengan aktuator *control valve* ATO (*air to open*) atau *normally close* (NC)
3. *Pressure Transmitter* PT 302
4. Kalibrator tekanan dan arus
5. Multitester
6. Alat komunikasi
7. *Tool set electric*

B. Langkah Pengujian

Pengujian linieritas dilakukan dengan beberapa tahapan/langkah. Langkah pertama yang dilakukan adalah mendiskripsikan proses pelarutan YC menjadi uranil nitrat terhadap fungsi dari positioner FY-301 dimana uap panas dialirkan ke jaket DI-301 dan diatur kecepatan aliran pada FI-301. Jika suhu larutan TR-302 ≥ 60 °C, serbuk YC diumpankan secara bertahap ke DI-301 melalui corong pengumpan yang ada dalam *glove-box* (GB-301). Aliran uap panas dan air pendingin yang ke jaket diatur meluui *switch* yang terdapat pada panel kontrol PCP. Selama reaksi berlangsung, tekanan vakum PIC-301 dalam D-301 dipertahankan antara $-400 < \text{PIC-301} < -200$ mmH₂O dengan mengatur jumlah YC yang diumpankan ke DI-301. Proses pelarutan YC dalam DI-301 dilakukan pada suhu 60 – 95 °C dengan mengatur pergantian aliran uap panas dan air pendingin yang masuk ke jaket DI-301. Jika proses pelarutan sudah selesai, larutan dalam DI-301 didinginkan dengan mengalirkan air pendingin sampai dengan suhunya < 40 °C. Untuk mendapatkan aliran uap panas yang optimal maka diperlukan positioner control valve yang dapat bekerja sesuai fungsinya dengan baik. Untuk mengetahui unjuk kerja *positioner control valve* maka diperlukan uji linieritas *positioner control valve FY-301* tersebut.

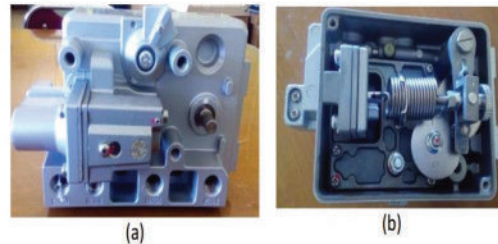
Langkah berikutnya adalah mengetahui bagaimana cara kerja dari *control valve*. Pada struktur *Control Valve* yang digunakan untuk proses di PCP terdiri dari tiga bagian utama yaitu : *Body Valve*, Aktuator serta Positioner. Selain itu digunakan juga komponen pembantu dalam perlengkapan lain dalam proses kerjanya. Bagan mekanisme *control valve* diperlihatkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme proses kerja control Valve

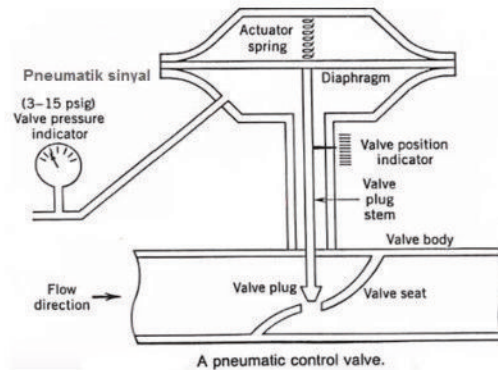
Positioner merupakan pengendali proporsional yang mengatur posisi steam sesuai dengan sinyal kontrol. *Positioner* digunakan untuk informasi pada posisi umpan balik dan memastikan bahwa katup berada pada posisi yang benar. Kinerja *positioner*

tergantung pada keakuratan umpan balik posisi *valve*, arus suplai dan tekanan yang digunakan. Kontrol tekanan umumnya bekerja pada tekanan 3 sampai 15 psi, tapi *positioner* dapat beroperasi sampai dengan 100 psi yang memberikan kekuatan yang lebih besar. Berikut adalah bentuk *positioner* yang digunakan di PCP dan dapat dilihat pada Gambar 4. (a) (b)



Gambar 4. *Positioner* Tampak dari luar (a) Tampak dari dalam (b).

Aktuator pada *control valve* adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi yang dimampatkan. Pada proses *control valve discharge valve MCWP* menggunakan sistem pneumatik sebagai tenaga penggerak untuk membuka atau menutup laju alir air kondenser. Jenis aktuator yang digunakan adalah jenis aktuator *double acting* artinya aktuator ini mempunyai dua posisi permukaan dimana udara bertekanan pada satu sisi permukaan (arah maju) sedangkan sisi yang lain (arah mundur) terbuka ke atmosfer. Akuator adalah istilah yang digunakan untuk alat yang mengubah aliran, baik dari hidrolis atau pneumatik menjadi sebuah gerakan, yang dalam hal ini gerakan *valve*. Prinsip akuator berkebalikan dengan pompa, dimana kalau pompa merubah gerakan mekanik (gerakan motor) menjadi sebuah aliran fluida, sedangkan akuator merubah dari aliran fluida menjadi gerakan mekanik *positioner Control valve*. Pada *Control valve pneumatic*, sinyal *pneumatic* dan *elektrik* ini dikenal istilah dengan posisi katup yaitu *Failure Close (FC)* dan *Failure Open (FO)* yaitu *valve* yang posisi katupnya menutup ketika tidak ada sinyal yang mengalir ke *control valve* dan FO yaitu *valve* yang katupnya membuka ketika tidak ada sinyal yang mengalir ke *control valve*.



Gambar 5. Control valve pneumatic

Untuk melakukan pengujian linieritas *control valve* dilakukan dengan beberapa tahapan/langkah. Langkah pertama adalah mengatur controller FIC 301 dalam mode manual kemudian melepas salah satu kabel *transmitter IP converter FY 301* dan menghubungkan *Multi Function Process Calibrator* pada mode arus sebagai sumber arus standar. Uji linieritas yang dilakukan adalah dengan menggunakan peralatan kalibrator model *Fluke 725 Multi Function Process Calibrator* dengan cara menginjeksi arus standar ke sistem *control valve* dengan pengaturan *output* arus : 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA dan 20 mA. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap respon gerakan dari *control valve*-nya kemudian mencatat data yang diperoleh, selanjutnya dihitung penyimpangan keluaran arus standar terhadap posisi kontrol valve. Pembacaan *instrument* harus sama dengan pembacaan nilai kalibrator untuk memastikan apakah *instrument* masih dapat bekerja dengan baik atau tidak selama proses berjalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian linieritas arus listrik terhadap tekanan dan keluaran arus listrik dengan posisi *control valve* diperlihatkan pada tabel 1 dan tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Linieritas arus terhadap tekanan control valve steam FY 301.

Nama kontrol valve : FY 301						
Tekanan air supply : -						
Hasil Pengukuran :						
Arus (mA)	Tekanan ideal (Psi)	Air Control Valve (Psi)			Rata-rata	Kesalahan (%)
4	3	3	3	3	3	0
8	6	6	6	6	6	0
12	9	9	9	9	9	0
16	12	12	12	12	12	0
20	15	14	14	14	14	6,7
20	15	14	14	14	14	6,7
16	12	12	12	12	12	0
12	9	9	9	9	9	0

8	6	6	6	6	6	0
4	3	3	3	3	3	0
Rata-rata% Kesalahan						1,34

Pada Tabel 1 diatas, arus yang disimulasikan pada *Multi Function Process Calibrator* adalah 4-20 mA untuk suplai *control valve* ideal antara (3 – 15) Psi, tekanan udara pada *control valve* terdapat perbedaan tekanan dengan kesalahan rata-rata adalah 1,34%. Dengan hasil kesalahan 1,34% menunjukkan bahwa uji linieritas arus terhadap tekanan pada *control valve* relatif cukup baik dimana toleransi pada *control valve* adalah sampai dengan $\pm 5\%$.

Tabel 2. Hasil Uji Linieritas Arus terhadap terhadap posisi *control valve steam FY 301*

Nama kontrol valve : FY 301						
Tekanan air supply : -						
Hasil Pengukuran :						
Arus 4-20 mA	Posisi control valve ideal (%)	Posisi control valve (%)			Rata-rata	Kesalahan (%)
4	0	0	0	0	0	0
8	25	25	25	25	25	0
12	50	45	45	45	45	10
16	75	60	60	60	60	20
20	100	70	70	70	70	30
20	100	70	70	70	70	30
16	75	60	60	60	60	20
12	50	45	45	45	45	10
8	25	25	25	25	25	0
4	0	0	0	0	0	0
Rata-rata % Kesalahan						12

Pada Tabel 2 diatas, arus yang disimulasikan pada *Multi Function Process Calibrator* 4-20 mA untuk suplai *control valve* ideal terhadap *posisioner control valve* terdapat kesalahan penunjukan sebesar 12 % hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal antara lain kondisi ruangan yang mengandung asam dan suplai udara dari sistim catu media yang mengandung air sehingga menimbulkan jamur maupun kerak pada sistim saluran *control valve*. Dengan kesalahan sebesar 12 % pada *posisioner control valve*, mengakibatkan *flow steam* tidak maksimal dimana persyaratan proses pelarutan adalah 60°C sampai dengan 95 °C sehingga

berpengaruh terhadap kecepatan pemanasan pada proses pelarutan yellow cake menjadi larutan uranil nitrat di tangki DI-301.

KESIMPULAN

Telah dilakukan uji linieritas *control valve* steam FY 301 yaitu arus terhadap tekanan dan arus terhadap posisi *control valve*, dimana hasil pengujian linieritas arus terhadap tekanan didapatkan kesalahan sebesar 1,34 % sedangkan arus terhadap *posisi control valve* didapatkan kesalahan 12 %. Dengan demikian terlihat bahwa positioner FY-301 sudah mengalami penurunan unjuk kerja sehingga berpengaruh terhadap kecepatan pemanasan pada proses pelarutan yellow cake menjadi larutan uranil nitrat di tangki DI-301 sehingga perlu dilakukan kalibrasi, perbaikan atau penggantian alat *positioner control valve* FY-301

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Benedict, M., Pigford, T.H., Levi, H.W.(1981) :“Nuclear Chemical Engineering” Second Edition, McGraw, Hill Book Company, Toronto, pp.471-476.
- [2]. Commissioning Manual Part 2 Pilot Conversion Plant, NIRA, Italia, No. Dok. IND 220 04 Z 0006.
- [3]. Commissioning Manual Part 1 Pilot Conversion Plant, NIRA, Italia, No. Dok. IND 220 04 Z 0005.
- [4]. Operation Manual Part 4 Chemical Process from YC dissolution to UNH concentrate, NIRA, Italia, No. Dok. IND 22004Z0007
- [5]. Operation Manual Part 2 Yellow Cake handling, NIRA, Italia, No. Dok. IND 22004Z0007
- [6]. Triarjo, Seminar Nasional SDMTN, STTN, Yogyakarta, 2016, “*Setting* Dan Kalibrasi Instrumen Proses Pada Tangki DI-301 Instalasi Pemurnian Dan Konversi”
- [7]. Komarujaman, Nanang Ismail, Atam, Seminar Nasional Teknik Elektro 2016, “Sistem Pneumatic Control Valve Pada Discharge Valve Main Cooling Water Pump (MCWP)”.