

# KONSEP DESAIN ALAT UJI KINERJA SERVO-VALVE DESIGN CONCEPT OF TESTING MACHINE OF SERVO-VALVE PERFORMANCES

Harris Zenal

Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur - BPPT  
Kawasan PUSPIPTEK Gd.220 Serpong, Tangerang 15314  
e-mail : [harriszenal@yahoo.com](mailto:harriszenal@yahoo.com)

Tanggal masuk naskah : 04/03/2014 ; Tanggal revisi: 01/04/2014 ; Tanggal persetujuan cetak : 30/05/2014

## Abstrak

Konsep desain alat uji kinerja servo-valve terdiri atas konsep desain mekanis dan konsep desain elektronik. Konsep desain mekanis meliputi hydraulic power pack yang dilengkapi pengaman dan monitor tekanan dan flow-rate, servo-valve dan base-plate-nya, flow-meter untuk monitor flow-rate di port A dan B. Konsep desain elektronik meliputi pembangkit signal input kepada servo-valve, signal output dari flow-meter A dan B, akuisisi signal output flow-meter, hardware dan software komputer. Grafik Signal Input (m-Ampere) versus Signal Output (LPM) dapat membantu analisa untuk mengetahui kinerja servo-valve antara lain keakurasian, mendeteksi kerusakan servo-valve untuk selanjutnya dapat diambil tindakan pemeliharaan dan perbaikan.

**Kata Kunci** : servo-valve, input signal, output flow rate ,alat uji kinerja.

## Abstract

Design concept of performance test equipment for servo-valve consists of mechanical and electronic systems. The mechanical parts includes a hydraulic power pack equipped with safety and monitoring of pressure and flow-rate, servo-valve and its base-plate, flow-meter for monitoring flow-rate in A and B ports. The electronic system parts includes a signal generator to the servo-valve, output signal from flow meter A and B ports, acquisition for signal output flow-meter, hardware and software computer. The form of graph Input Signal (m-Ampere) versus Output Signal (LPM) can help analyze to determine servo-valve performance, that are accuracy and detect damage which can be taken for further maintenance and repair.

**Keywords** : servo-valve, signal input, flow rate output , performance test machine.

## 1. PENDAHULUAN.

Untuk menjaga mutu dan daya saing suatu produk perlu dilakukan pengujian kekuatan struktur terhadap produk tersebut dengan mengikuti standar tertentu. Khususnya hasil produk konstruksi seperti wahana transportasi (pesawat terbang, kapal laut, alat transportasi darat, dan lain-lain), pengujian kekuatan struktur biasanya dilakukan pada tahap awal produksi berupa *prototype* (sampel

produk). Dari pengujian *prototype* di laboratotium dapat diketahui lebih awal kekuatan dan mutu hasil produksi terhadap beban operasi dan kekuatan umur operasi, sehingga dapat membantu modifikasi dan pengembangan produk yang lebih baik pada tahap produk serial.

Pengujian kekuatan struktur pada suatu konstruksi *prototype* pada dasarnya adalah memberikan beban operasi pada konstruksi *prototype* tersebut. Beban yang akan diberikan

terlebih dahulu diteliti posisi titik beban pada *prototype* dan besarnya. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan peralatan yang mampu menyerupai beban operasi di lapangan. Beban yang diberikan kepada *prototype* dapat berupa beban statis maupun beban dinamis. Aplikasi beban statis pada benda uji bertujuan untuk mengetahui ketahanan maksimum, sedangkan aplikasi beban dinamis pada *prototype* bertujuan untuk mengetahui ketahanan pemakaian (umur pakai). Hasil dari kegiatan pengujian kekuatan struktur ini digunakan untuk mengetahui batasan toleransi yang telah ditentukan oleh standar baik nasional maupun internasional, juga dapat digunakan untuk bahan evaluasi untuk pengembangan yang lebih baik hasil produk lebih lanjut.

Untuk dapat membangkitkan beban uji yang akan diaplikasi kepada benda uji diperlukan seperangkat peralatan yang sesuai kebutuhan. Biasanya pembangkit beban berkapasitas besar dibangkitkan oleh peralatan berbasis hidrolik. Peralatan pembangkit beban berbasis hidrolik diintegrasikan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk kegiatan pengujian dan pembebanan.

Peralatan pengujian berbasis hidrolik meliputi *hydraulic power pack* sebagai sumber utama tenaga hidrolik, pipa dan slang hidrolik, blok distribusi, sistem penggerak aktuator, kontrol beban (*servo-valve*, *servo-controller*), sensor umpan balik, dan sistem pengaman baik hidrolik, elektronik, maupun software.

Semua sistem hidrolik dan sistem elektronik dikoordinasi oleh seperangkat komputer yang didalamnya terdapat aplikasi perangkat lunak dengan spesifikasi khusus untuk mengontrol pengujian dan pembebanan.

Pada sistem hidrolik, salah satu peralatan penting yang digunakan untuk mengontrol pengujian adalah *servo-valve*. Gambar 1 memperlihatkan sebuah *servo-valve* produk dari MOOG. *Servo-valve* ini berfungsi mengontrol aliran fluida yang berasal dari *hydraulic power pack* melewati *servo-valve* menuju hidrolik aktuator. *Servo-valve*

akan mengontrol pergerakan hidrolik aktuator naik atau turun dan juga akan mengontrol besar dan frekuensi gerakan. Kontrol aliran di dalam *servo-valve* dikendalikan oleh suatu instrumen elektronik dengan *input signal* dari luar.

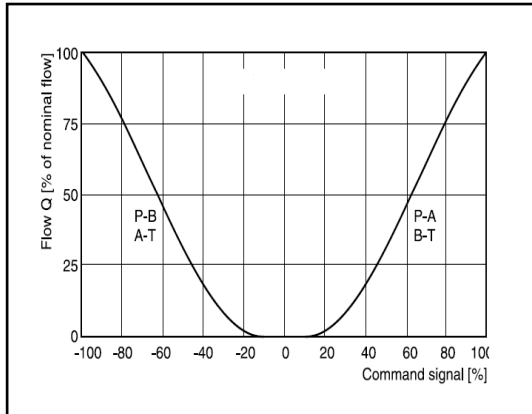


Gambar 1 : *Servo-valve*

*Servo-valve* memiliki pintu masuk P, pintu keluar R, A dan B. Fluida bertekanan tertentu masuk mengalir melalui pintu masuk P. Pintu keluar R berfungsi sebagai pintu keluar fluida jika pintu A/B belum terbuka maka fluida kembali ke tangki. Jika pintu keluar A digunakan mengalirkan fluida, maka pintu B secara otomatis terhubung ke pintu keluar R. Begitu sebaliknya jika pintu keluar B digunakan mengalirkan fluida. Pada *servo-valve* terdapat instrumen elektronik yang mengatur mekanisme tersebut diatas. Terjadi kolerasi antara *signal input* yang diberikan dengan besar/kecilnya volume fluida yang keluar pada pintu output A/B.

Kinerja *servo-valve* secara periodik perlu diketahui keakurasiannya agar pengujian secara keseluruhan berjalan dengan benar dan akurat. Untuk itu diperlukan suatu alat uji kinerja *servo-valve* yang dapat membantu mengetahui dan menganalisa kinerja *servo-valve*. Uji kinerja *servo-valve* pada prinsipnya adalah membandingkan command input dengan respon output. *Command input* berupa signal elektrik dengan besaran tertentu, sedangkan *respon output* adalah volume fluida

(flow-rate) yang mengalir melalui pintu output A atau melalui pintu output B. Kinerja *servo-valve* dapat diilustrasikan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 : Grafik *Command Signal vs Flow Rate*

Persamaan *Command Input* dalam satuan mAmpere menjadi *Respon Output* dalam satuan LPM (Liter per Menit) ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{C_i}{Nom_c} = \frac{R_i}{Nom_r} \quad (1)$$

$C_i$  : Command Input (mAmpere) ke i  
 $Nom_c$  : Nominal Command Input (mAmpere)  
 $R_i$  : Respon Output (LPM) ke i  
 $Nom_r$  : Nominal Respon Output (LPM)

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan sebagian besar menggunakan peralatan dengan spesifikasi yang dimiliki oleh B2TKS (Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur), untuk perancangan alat uji kinerja *servo-valve* dengan tipe lain perlu dilakukan beberapa penyesuaian. Diharapkan kegiatan penelitian dan perancangan ini dapat diwujudkan lebih lanjut menjadi *prototype* alat uji kinerja *servo-valve* dengan mengintegrasikan peralatan yang telah tersedia di B2TKS serta dengan mengadakan bahan dan komponen yang belum tersedia sehingga kegiatan pengembangan alat uji kinerja *servo-valve* yang nyata dapat dilakukan dengan baik. Diharapkan juga dampaknya akan meningkatkan mutu pengujian.

Dari sisi ketersediaan sumber daya manusia, pengalaman yang telah dilakukan yakni menggunakan mesin uji *servo-valve* yang ada walaupun beberapa tahun ini mesin dalam keadaan rusak, serta melakukan reparasi mesin uji *servo-valve*, merekayasa sistem kontrol servo dan sistem data akuisisi berbasis komputer sangat membantu untuk dapat mengembangkan dan mewujudkan perkerayaan alat uji kinerja *servo-valve* ini dengan baik.

## 2. BAHAN DAN METODA.

Pada kegiatan perancangan alat uji kinerja *servo-valve* ini bahan dan peralatan yang digunakan meliputi *hydraulic power pack* yang memiliki fasilitas kontrol tekanan dan debit, jaringan pemipaan baik yang *fixed pipe* maupun *flexible hose*, mesin uji *servo-valve* yang pada saat dilakukan penelitian ini dalam status keadaan rusak, *servo-valve* dengan merek tertentu dengan berbagai macam tipe.

Bahan literatur juga dipelajari untuk mendalami sistem hidrolis, sistem kerja *servo-valve*, sistem kontrol hidrolis, sistem data akuisisi dan sistem pemeliharaan.

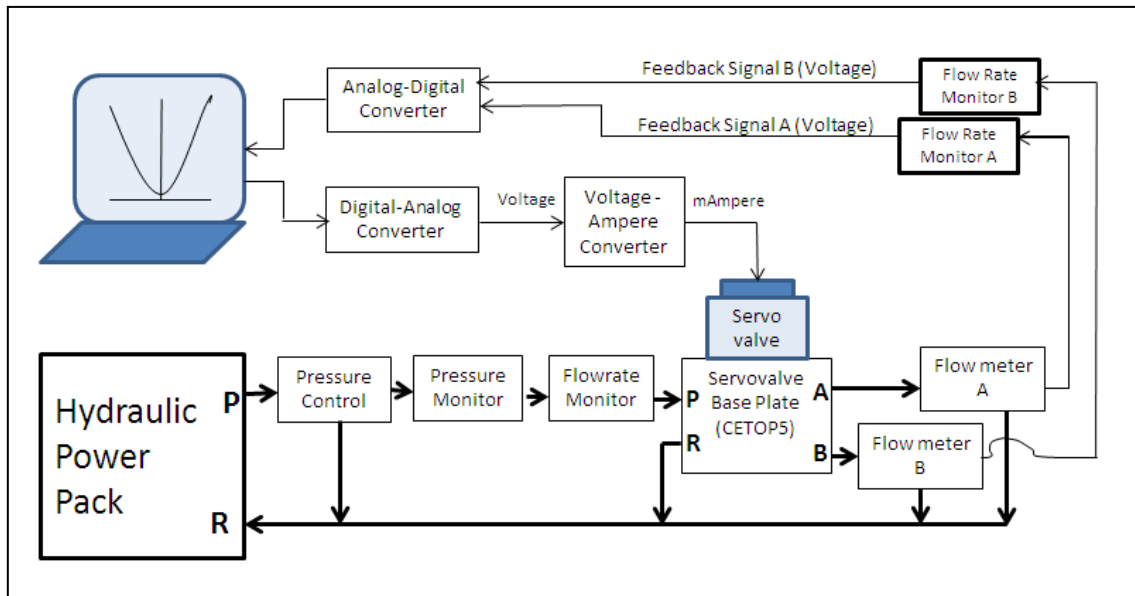
Metoda penelitian dan perkerayaan-an dilakukan dengan tahapan yakni melakukan penelitian dan pemahaman terhadap mekanisme proses sistem kontrol *servo-valve* yang ada, juga melakukan studi literatur yang berkaitan dengan *servo-valve*. Selanjutnya dilaku-kan perancangan dan uji konsep.

Dari konsep disain pada tahap ini dapat dilanjutkan dengan merumuskan mekanisme dan sistem kerja secara keseluruhan dilakukan persiapan dan pengadaan barang yang dibutuhkan, setelah semua selesai, uji coba unjuk kerja sistem dilakukan, pengembangan dan perbaikan hasil rekayasa perlu terus dilanjutkan secara terus menerus untuk mendapatkan alat uji kinerja *servo-valve* yang optimal.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Hasil rancangan alat uji kinerja *servo-valve* terdiri dari rancangan sistem alat uji kinerja *servo-valve* secara keseluruhan, rancangan sistem hidrolik,

rancangan *input signal*, rancangan *output signal*, dan rancangan pengolahan data dan *reporting*.



Gambar 3 : Diagram Sistem Alat Uji Kinerja *Servo-valve*

#### 3.1. Rancangan Sistem Alat Uji Kinerja *Servo-valve*.

Rancangan sistem alat uji kinerja *servo-valve* dapat dilihat pada Gambar 3. *Hydraulic power pack* mengalirkan fluida bertekanan kepada *servo-valve*, yang dilengkapi dengan kontrol dan monitor tekanan (bar), juga *flow-meter* untuk memonitor *flow-rate* (LPM). Fluida yang di-supply oleh *hydraulic power pack* mengalir ke *base-plate servo-valve* yang dibuat khusus dengan jaringan lubang sesuai standar CETOP5. *Servo-valve* diinstal diatas *base-plate servo-valve*. Aliran fluida pada *servo-valve* dikendalikan oleh input signal mili Ampere, apakah ke port A atau port B, serta berapa besar volume yang akan dialirkan.

*Input signal* dibangkitkan oleh komputer dan dikirim kepada *servo-valve* melalui peralatan *Digital to Analog Converter* (DAC) dan *Voltage to Ampere Converter* (VAC).

Pada port A dan B dipasang *flow-meter* untuk mengetahui *flow-rate* yang terjadi. *Flow-meter* juga dilengkapi dengan *Flow-rate-monitoring* yang disamping men-*display*-kan besaran *flow-rate* juga mengeluarkan signal analog untuk selanjutnya dikirim ke komputer melalui *Analog to Digital Converter* (ADC).

#### 3.2. Rancangan Sistem Hidrolik.

Rancangan sistem hidrolik meliputi *hydraulic power pack* sebagai sumber daya utama yang mengalirkan fluida kepada *servo-valve*, yang dilengkapi dengan sistem kontrol pengaman dan *monitoring* beberapa parameter seperti tekanan, *flow-rate*, *temperature*, *filter*, dan lain-lain. Spesifikasi *hydraulic power pack* pada penelitian ini adalah milik B2TKS, maksimum *supply* fluida 350 LPM, tekanan maksimum 310 bar (*adjustable*), tekanan yang biasa digunakan adalah 280 bar.

Output fluida dari *hydraulic power pack* mengalir ke *servo-valve base-plate* melalui selang hidrolis. *Servo-valve base plate* yang digunakan mengikuti aturan lubang standar CETOP5.

*Servo-valve* diinstal di atas *servo-valve base-plate* dengan posisi tertentu. *Servo-valve* yang digunakan adalah produk MOOG, dengan spesifikasi tekanan maksimum 350 bar, *two stage servo-valve*, input signal 15/40/60/200 mAmpere, flow 5/10/19/38/63/65 LPM.

Koneksi antara *hydraulic power pack* dan *servo-valve base-plate* adalah sebagai berikut (1) P *hydraulic power pack* dihubungkan ke pintu masuk P *servo-valve base-plate*; (2) return R *hydraulic power pack* dihubungkan ke pintu keluar R *servo-valve base-plate*; (3) pintu keluar A *servo-valve base-plate* dihubungkan ke *flow-meter* A; (4) pintu keluar B *servo-valve base-plate* dihubungkan ke *flow-meter* B. Gambar 3 menjelaskan secara diagram rancangan sistem hidrolis tersebut.

*Flow-meter* yang akan dipergunakan tentunya harus dapat mengalirkan volume fluida minimal sama dengan output dari *servo-valve* yakni sekitar 65 LPM. Dari penelusuran katalog produsen *flow-meter*, maka produk merek STAUFF type SGF cocok untuk rancangan ini yang mempunyai spesifikasi teknis (1) *flow range* 0.002 – 250 LPM; (2) tekanan maksimum untuk *cast iron housing* 315 bar, sedangkan untuk *stainless steel housing* 450 bar; (3) Sebagai *base-plate flow-meter* digunakan tipe SGFM dengan drat input-output ½ inchi; (4) dapat dihubungkan kepada *flow-rate display* type STD1 yang dapat menampilkan secara digital besaran *flow-rate* yang terjadi, disamping itu juga *flow-rate display* ini dilengkapi monitor *flow-rate signal* dalam besaran analog 0-10 Volt, sehingga dapat di akuisisi oleh komputer untuk direkam dan diolah lebih lanjut.

Aliran fluida output dari *flow-meter* A maupun *flow-meter* B dikembalikan kepada return R *Hydraulic Power Pack*.

### 3.3. Rancangan Input Signal.

*Input signal* merupakan signal elektrik yang diinputkan kepada *servo-valve* untuk mengendalikan aliran fluida yang akan keluar dari *servo-valve* pada pintu output A/B. Besar kecilnya volume fluida yang mengalir ke pintu output A atau pintu output B berbanding lurus dengan besar kecilnya signal input yang diberikan. Spesifikasi *servo-valve* yang digunakan pada penelitian ini adalah *input signal* mili-Ampere yang mengedalikan besar kecilnya aliran fluida yang akan keluar melalui pintu output A/B.

Rancangan *input signal* hingga *servo-valve* dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini. *Input signal* dibangkitkan berawal dari perangkat komputer yang mengirim *signal digital* kepada DAC. Signal digital dikonversi oleh DAC menjadi *signal analog* dengan range besaran +/- 10 Volt. *Output signal analog* selanjutnya dihubungkan kepada VAC untuk dikonversi menjadi *signal analog* dengan range besaran +/- 60 mili Ampere. Selanjutnya *signal analog* besaran mili-Ampere dikirimkan kepada *servo-valve* sehingga akan mengakibatkan pengendalian besar kecilnya keluaran fluida pada pintu output A/B.

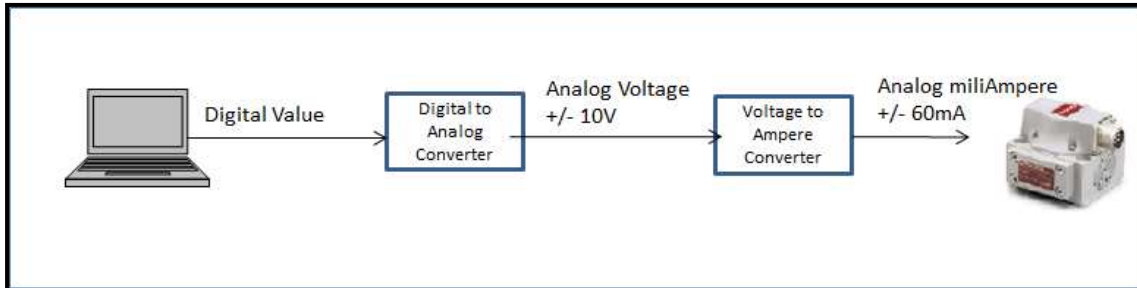
Gambar 4 memperlihatkan DAC yang digunakan yang memiliki spesifikasi (1) type *multi function* USB-4716 *module*; (2) 2 *channels analog output*; (3) 16 *channels analog input*; (4) 16-bit *resolution*; (5) *sampling-rate up to* 200 kS/s.



Gambar 4 : Advantech USB-4716 module

Gambar 6 memperlihatkan VAC yang memiliki spesifikasi (1) type VC2100 two axis Voltage to Current Converter; (2) 2 channels VCC; (3) Full

scale output current +/- 10 mA to +/- 100 mA in 10 mA step; (4) Input voltage range +/- 10 V; (5) Frequency 1.4 kHz.



Gambar 5. Konversi Signal Input hingga ke Servo-valve



Gambar 6 : VAC Delta Computer System VC2100 module

Servo-valve adalah suatu valve yang berfungsi mengontrol aliran fluida yang masuk dan keluar servo-valve. Servo-valve memiliki pintu masuk P dan pintu keluar R, A dan B. Pada servo-valve terdapat instrumen elektronik yang mengendalikan arah dan volume aliran. Input signal elektrik mengakibatkan terjadi pengendalian aliran fluida. Terjadi hubungan kolerasi antara signal input dan volume fluida yang keluar pada port A atau port B. Spesifikasi servo-valve yang digunakan pada penelitian ini adalah (1) MOOG Servo-valve; (2) tekanan maksimum 350 bar, two stage servo-valve, input signal +/- 15/40/60/200 mAmpere, flow-rate 5/10/19/38/63/65 LPM.

Jika dihubungkan antara kebutuhan input signal servo-valve +/- 60 mA dan output mili Ampere VCC, maka pada

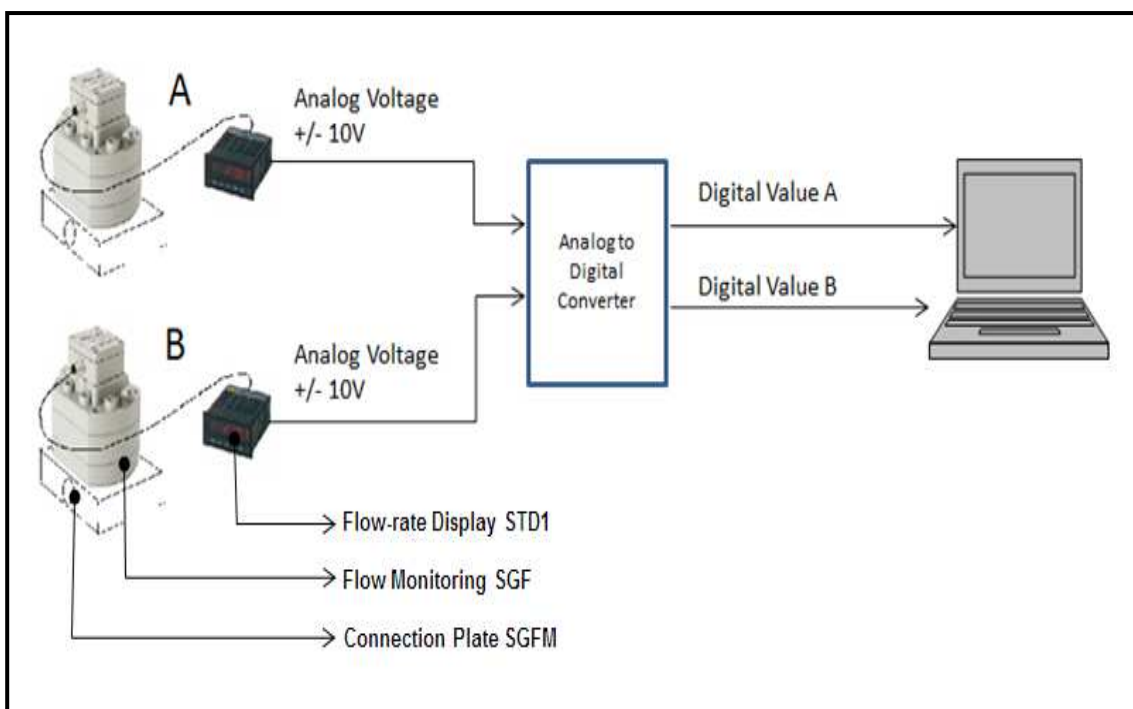
VCC dapat di set kepada +/- 60 mA, yang mana voltage yang harus dikeluarkan oleh DAC adalah +/- 10 V. Konversi dari signal input hingga servo-valve seperti yang telah diilustrasikan pada Gambar 5.

### 3.4. Rancangan Output Signal.

Rancangan output signal dapat diilustrasikan seperti Gambar 7 dibawah ini. Diawali dengan penentuan flow-rate maksimum dari servo-valve contoh 65 LPM, maka dibutuhkan flow-meter untuk membaca flow-rate tersebut. Berdasarkan ketersediaan flow-meter produk stauff, dapat diambil type SGF1, maksimum flow-rate 80 LPM dan diintegrasikan dengan flow-rate-display STD1, 0-10 Volt analog output. Flow-rate 80 LPM SGF1 akan dikonversi menjadi signal analog 0-10 Volt oleh STD1.

Signal output dari STD1 yaitu analog 0-10 Volt akan dibaca oleh USB-4716 untuk dikonversi dari analog menjadi digital value. Spesifikasi USB-4715 (1) 16 channels analog input; (2) 16-bit resolution; (3) sampling rate up to 200 kS/s.

Digital value hasil konversi USB-4716 dibaca oleh komputer dan akan dilakukan proses perekaman data dan pengolahan data lebih lanjut.



Gambar 7 : Konversi *Signal output* hingga ke Komputer.

*Flow-meter A* yang terintegrasi dengan *flow-rate-display A* mengeluarkan *signal analog* yang selanjutnya dihubungkan ke USB-4716 melalui pin 0 (*digital value A*), sedangkan *flow-meter B* yang terintegrasi dengan *flow-rate-display B* mengeluarkan *signal analog* yang selanjutnya dihubungkan ke USB-4716 melalui pin 1 (*digital value B*). *Digital value A* dan *B* selanjutnya akan direkam dan diproses lebih lanjut oleh komputer dan *software* yang telah dikembangkan.

### 3.5. Rancangan Pengolahan Data dan Reporting.

Rancangan pengolahan data dan *reporting* meliputi pengukuran dan perekaman data *input command* yang berasal dari *digital value C*, dan data dari *signal flow-meter A* yang terintegrasi dengan *flow-rate-display A* yang mengeluarkan *signal analog voltage A*. *Signal analog voltage A* dikonversi oleh ADC menjadi *digital value A*. Juga data dari *signal flow-meter B* yang terintegrasi dengan *flow-*

*rate-display B* yang mengeluarkan *signal analog voltage B*. *Signal analog voltage B* dikonversi oleh ADC menjadi *digital value B*. Pada pengujian kinerja *servo-valve* secara statis akan dibuat laporan seperti terlihat pada Gambar 8.

Metode perekaman dilakukan dalam dua bentuk pengujian yaitu pengujian statis dan pengujian dinamis. Pada pengujian statis, perekaman dilakukan *step-by-step*. *Signal input* dinaikkan bertahap setiap 10 % *nominal*. Setiap *step* dilakukan perekaman data *signal value C*, *signal analog A*, dan *signal analog B*.

Sedangkan pada pengujian dinamis, perekaman dilakukan secara *continue*, yaitu iterasi *signal value C* yang bergerak dari 0 menuju 100 % *nominal* dengan jeda waktu yang ditentukan. Setiap kali iterasi dilakukan maka dilakukan perekaman data *signal value C*, *signal analog A*, dan *signal analog B*.

Nominal : +/- 60 mAmpere				
Nominal : 65 LPM				
Step	%	Input (mAmpere)	Respon A (LPM)	Respon B (LPM)
1	0	0.00	0.00	0.00
2	10	6.00	6.50	6.50
3	20	12.00	13.00	13.00
4	30	18.00	19.50	19.50
5	40	24.00	26.00	26.00
6	50	30.00	32.50	32.50
7	60	36.00	39.00	39.00
8	70	42.00	45.50	45.50
9	80	48.00	52.00	52.00
10	90	54.00	58.50	58.50
11	100	60.00	65.00	65.00
12	90	54.00	58.50	58.50
13	80	48.00	52.00	52.00
14	70	42.00	45.50	45.50
15	60	36.00	39.00	39.00
16	50	30.00	32.50	32.50
17	40	24.00	26.00	26.00
18	30	18.00	19.50	19.50
19	20	12.00	13.00	13.00
20	10	6.00	6.50	6.50
21	0	0.00	0.00	0.00

Gambar 8 : Contoh uji kinerja *servo-valve* secara statis

Untuk menentukan keakurasian kinerja *servo-valve* pada posisi step tertentu dapat dicari dengan persamaan:

$$A_i = \frac{R_i/N_f}{C_i/N_c} 100\% \quad (2)$$

- A<sub>i</sub> : Akurasi ke i
- R<sub>i</sub> : Respon ke i
- N<sub>f</sub> : Nominal *flow-meter*
- C<sub>i</sub> : *Command Input* ke i
- N<sub>c</sub> : Nominal *Command Input*

Untuk menentukan nilai keakurasian kinerja *servo-valve* rata-rata dari semua step pengukuran dapat dicari dengan persamaan:

$$A_r = \frac{\sum R_i/N_f}{n \sum C_i/N_c} 100\% \quad (3)$$

- A<sub>r</sub> : Akurasi rata-rata
- R<sub>i</sub> : Respon ke i
- N<sub>f</sub> : Nominal *flow-meter*
- C<sub>i</sub> : *Command Input* ke i
- N<sub>c</sub> : Nominal *Command Input*
- n : banyak data

Untuk menentukan hubungan linear keakurasian kinerja *servo-valve* pada posisi semua step pengukuran dapat dicari dengan persamaan:

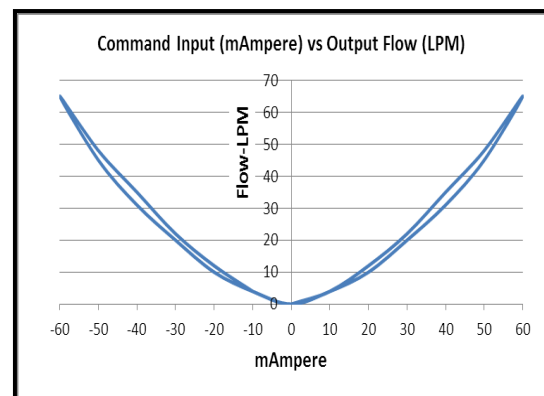
$$y = a + bx \quad (4)$$

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (6)$$

Pada pengujian kinerja *servo-valve* secara dinamis akan dibuat laporan seperti terlihat pada Gambar 9

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan iterasi input signal dari 0 ke +60 mA, kemudian kembali dari +60 ke 0, kemudian dari 0 ke -60, kemudian kembali dari -60 ke 0. Setiap kali dilakukan iterasi dengan step tertentu dilakukan perekaman data *input value C*, *output value A*, dan *output value B*. Maka selanjutnya diolah menjadi grafik seperti Gambar 9.



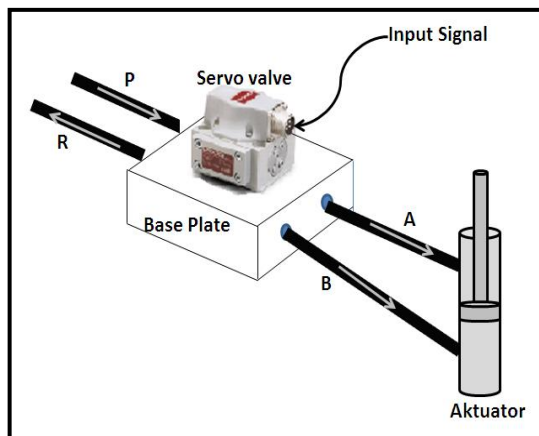
Gambar 9 : *Comand Input* (mAmpere) versus *Output Flow* (LPM)

### 3.6. Kinerja *Servo-valve*

Seperti dapat dilihat pada gambar 10, pada dasarnya kebutuhan alat uji kinerja *servo-valve* didasarkan pada kebutuhan informasi keakurasian antara input yang diberikan dengan respon output yang terjadi.



Suatu *servo-valve* dari pabrik misalkan memiliki spesifikasi *input signal* +/- 60 mili Ampere dan output *flow rate* 65 LPM, serta keakurasiannya 100%. Penjelasan adalah jika di inputkan signal +60 mili Ampere maka output *flow-rate* yang terjadi seharusnya 65 LPM kearah port A, begitu juga jika di inputkan signal -60 mili Ampere maka output rate yang terjadi seharusnya 65 LPM kearah port B.



Gambar 10 : Aliran fluida dan kontrol *Servo-valve*

*Servo-valve* memiliki kemampuan untuk mengontrol besarnya *flow-rate* yang dialirkan dengan cara mengatur signal input yang diberikan dengan persamaan  $C_i/Nom_c = R_i/Nom_r$ . *Servo-valve* juga mengatur mengarahkan aliran ke *port A* atau *port B*.

Untuk mendapatkan data input signal dan output *flow rate* pada port A maupun port B diperlukan perekaman data. Data input signal direkam sebagai input value C, output *flow-rate* A direkam melalui *flow-meter* A, *flow-rate-display* A, analog to digital kanal 0, output value A, dan output *flow-rate* B direkam melalui *flow-meter* B, *flow-rate-display* B, analog to digital (ADC) kanal 1, output value B.

Untuk menentukan kinerja *servo-valve* maka perlu dilakukan langkah-langkah pengujian *servo-valve*.

Langkah tersebut meliputi penyediaan peralatan uji kinerja *servo-valve*, menyediakan benda uji berupa *servo-valve*, melakukan pengukuran pada pengujian statis, melakukan pengukuran pada pengujian dinamis, melakukan pengolahan data statis menjadi *report*, melakukan pengolahan data dinamis menjadi *report*, dan selanjutnya melakukan analisa terhadap *report-report* tersebut.

Dari *reporting* yang dihasilkan pada pengujian kinerja *servo-valve* yakni laporan pengujian statis seperti Gambar 8 berikut tambahan analisisnya, dan laporan pengujian dinamis seperti Gambar 9, maka akan memberikan gambaran kinerja dari suatu *servo-valve*, antara lain keakurasian, *hysteresis*, kebocoran *servo-valve*.

Dari grafik yang ditampilkan juga ada kemungkinan kejadian *hysteresis* itu yang merupakan perilaku atau sifat dari sebuah sistem dimana sebuah sistem tersebut gagal untuk kembali ke keadaan semula atau sebelumnya. Hal ini akan menjadi informasi untuk dianalisa lebih lanjut penyebabnya.

Untuk menjamin keakurasian pengukuran *flow-rate* oleh *flow-meter*, maka secara periodik perlu dilakukan kalibrasi ulang baik untuk *flow-meter A* maupun *flow-meter B*.

### 3.7. Sumber daya manusia dan sumber daya fasilitas

Konsep desain alat uji *servo-valve* yang telah diuraikan diatas perlu direalisasikan dengan melakukan pengembangan dan rancangbangun sesuai dengan rancangan yang telah dibuat meliputi rancangan sistem hidrolik, rancangan input signal, rancangan output signal, dan rancangan pengolahan data dan *reporting*.

Pengembangan dan rancang bangun alat uji *servo-valve* ini membutuhkan kemampuan sumber daya manusia untuk melaksanakannya.

B2TKS sebagai institusi yang telah lama berkecimpung di bidang kekuatan struktur memiliki pengalaman yang panjang dalam pengelolaan sistem hidrolis, sistem kontrol dan sistem berbasis komputer. Maka dari itu kemampuan sumber daya manusianya dapat diandalkan. Disamping itu B2TKS sudah memiliki mesin serupa.

Sumber daya fasilitas sebagian besar telah tersedia dan dapat dipergunakan segera, hanya perlu ada pengadaan beberapa komponen yang diperlukan. Ketersediaan sumber daya manusia yang mumpuni dan ketersediaan sumber daya fasilitas yang siap digunakan sudah cukup untuk segera melakukan pengembangan dan rancangbangun alat uji kinerja *servo-valve*.

#### 4. KESIMPULAN

*Servo-valve* adalah suatu *valve* yang berfungsi mengontrol aliran fluida yang masuk dan keluar *servo-valve*. *Servo-valve* memiliki pintu masuk P dan pintu keluar R, A dan B. Pada *servo-valve* terdapat instrumen elektronik yang mengendalikan arah dan volume aliran. Input signal elektrik mengakibatkan terjadi pengendalian aliran fluida.

Konsep desain alat uji kinerja *servo-valve* terdiri atas konsep desain mekanis dan konsep desain elektronik. Konsep desain mekanis meliputi *hydraulic power pack* yang dilengkapi pengaman dan monitor tekanan dan *flow-rate*, *servo valve* dan *base plate*-nya, *flow-meter* untuk monitor aliran di A dan B. Konsep desain elektronik meliputi pembangkit signal input kepada *servo-valve*, signal output dari *flow-meter* A dan B, akuisisi signal output *flow-meter*, *hardware* dan *software* komputer.

Perekaman data signal input dan data signal output secara *step-by-step* dapat diolah lebih lanjut menjadi informasi kinerja *servo-valve* antara lain analisa akurasi, analisa akurasi rata-rata, dan analisa persamaan linear.

Grafik *Signal Input* (mAmpere) versus *Signal Output* (LPM) dapat membantu analisa untuk mengetahui keakurasian *servo-valve* dan mendeteksi kerusakan *servo-valve* untuk selanjutnya dapat diambil tindakan pemeliharaan dan perbaikan

Pengembangan dan rancangbangun alat uji kinerja *servo-valve* secara nyata dapat dilakukan mengingat ketersediaan sumber daya manusia yang mumpuni dan ketersediaan sumber daya fasilitas yang cukup dan siap digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. MOOG GmbH, "*Servo-valve with Mechanical Feedback D761 Series*", Boblingen-Germany, 2014
2. MOOG Industrial Controls Division, "*G040-119 Servo Valve Tester*", USA, 2014
3. MOOG Australia Pty. Ltd, "*Application Notes Valve Checker M040-120-001*", Australia, 2014
4. MOOG Inc., Industrial Controls, "*Servo Valves and Servo-Proportional Valves Product Line Overview*", USA, 2013
5. Carl Schenck AG, "General Handling Of Hydraulic System", Darmstadt-Germany, 1986
6. Carl Schenck AG, "*Machine of Performance Test Of Servo-valve*", Darmstadt-Germany, 1986
7. STAUFF, "*One-D-Diagtronics Catalog*", 2014
8. Advantech Co., Ltd., "*Data Acquisition (DAQ) and Control Product*", USA, 2014.
9. Delta Computer Systems, Inc., "*Two Axis Voltage-to-Current Converter*" Vancouver, 2014.
10. Microsoft Press, "*Visual Basic 6.0 Controls Reference*", USA, 2004.