

PENENTUAN UKURAN CONTROL VALVE PADA UNIT PENGOLAHAN AIR BEBAS MINERAL IRADIATOR GAMMA PRFN

Rissa Damayanti, Puji Santosa, Budi Santoso
PRFN-BATAN, Kawasan Puspiptek Gd 71, Tangerang Selatan - 15310
rissa@batan.go.id, santosapuji@gmail.com, ibed.santos@yahoo.com

ABSTRAK

PENENTUAN UKURAN CONTROL VALVE PADA UNIT PENGOLAHAN AIR BEBAS MINERAL IRADIATOR GAMMA PRFN. Instalasi air bebas mineral (*demineralized water*) berfungsi untuk mengolah air baku menjadi air bebas mineral menggunakan resin ion exchange, yang digunakan untuk keperluan pendingin dan perisai radiasi gamma. Air tersebut akan dialirkan pada kolam Iradiator melalui beberapa peralatan yang salah satunya adalah control valve yang berfungsi sebagai final control element. Air dalam kolam iradiator harus tetap terjaga levelnya, dimana low levelnya tidak boleh lebih rendah dari 30 cm. Untuk menentukan control valve yang sesuai dengan proses tersebut maka dilakukan penentuan ukuran (*sizing*) terlebih dahulu yaitu mengetahui nilai Cv (*Coefisient valve*) pada Control Valve. Untuk melakukan perhitungan/*sizing* pada control valve harus mengacu pada standart ISA: S75.01-1985 "Flow Equations for Sizing Control Valves". Dari hasil perhitungan secara analitis berdasarkan persamaan pada standart ISA tersebut, dan dari perhitungan secara numerik menggunakan software first vue (*fsm*) diperoleh nilai Cv sebesar 6.31 pada kondisi normal operasi dengan ukuran valve 1 inci. Nilai Cv tersebut menunjukkan pada kondisi normal, control valve bekerja pada bukaan katup sebesar 63%. Tipe control valve yang digunakan adalah globe valve, karakteristik alirannya equal percentage, prinsip kerjanya air to open. Dari hasil tersebut penggunaan control valve ukuran 1 inch telah sesuai karena tidak menimbulkan efek kavitasi ataupun flashing pada control valve yang dapat menimbulkan pemilihan material khusus dan berefek pada nilai ekonomis.

Kata kunci: iradiator gamma, kolam iradiator, tangki penampungan, pengolahan air bebas mineral, control valve.

ABSTRACT

SIZING CONTROL VALVE ON DEMINERALISED WATER PROCESS FOR GAMMA IRRADIATOR PLANT OF PRFN. Installation of demineralized water is used to process the raw water into demineralized water using ion exchange resins which is used as coolant and gamma radiation shielding. The water will flow into the irradiator's pool through several equipment in which one of them is a control valve which serves as the final control element. Water level of irradiator's pool should be maintained, where the low level of water irradiator pool should not be lower than 30 cm. To select the control valve in accordance with the system, the first step is the determination of the size (*sizing*) which is to determine the value of Cv (*Coefisient valve*) on the Control Valve. For sizing the calculation of the control valve, it should refer to the standard ISA: S75.01-1985 "Flow Equations for Sizing Control Valves". From the result of analytical calculations according to the equation in standard ISA and the numerical calculation using the software first vue (*FSM*) is obtained Cv value of 6.31 on condition normal operation with a valve size is 1 inch. The Cv value indicates at normal condition in which the Control Valve working is at valve opening 63%. The type of control valve used is a Globe valve, flow characteristic is equal percentage, and working principle is air to open. From the calculation of Cv Control Valve for this application using Control Valve with size 1 inch is already suitable because it does not have the appropriate effect cavitation or flashing on Control Valve which can lead to the selection of specific materials and affect on its economic value.

Keywords: gamma irradiator, irradiator's pool, reservoir tank, demineralized water process, control valve

1. PENDAHULUAN

Instalasi air bebas mineral (*Demineralized Water*) merupakan salah satu sistem sarana penunjang beroperasinya iradiator gamma tipe kolam yang mempunyai fungsi untuk mengolah air baku menjadi air bebas mineral. Air bebas mineral yang digunakan untuk keperluan moderator, pendingin dan perisai radiasi gamma, juga sebagai penyimpan sumber selama iradiasi tidak digunakan. Kolam iradiator gamma yang direncanakan akan dibangun oleh Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) mempunyai volume 60.5m^3 dengan ukuran panjang 3.6m, lebar 2.8 m dan kedalamam 6 m.

Air kolam iradiator adalah air bebas mineral yang berfungsi sebagai *shielding* dan pendingin, karena di dalam kolam tersebut disimpan sumber *Cobalt-60* total saat operasi 200 kCi dan dengan kapasitas maksimal hingga 2 MCi sehingga air kolam iradiator akan mengalami kenaikan temperatur. Oleh karena itu air pendingin harus didinginkan dengan cara mensirkulasikan air tersebut menuju tangki *cooling water* untuk proses pendinginan kemudian dikembalikan ke kolam iradiator secara terus-menerus agar isi kolam tetap terjaga temperatur maupun volumenya sesuai dengan batas level kontrol yang telah ditetapkan.

Level air di dalam kolam iradiator harus dijaga penurunannya tidak boleh melebihi dari 30 cm dari level normal/level atas, maka sistem ini harus terkontrol dengan baik. Untuk keperluan tersebut maka perlu dipasang *control valve* sebagai *final control* elemen yang mampu untuk menjaga kestabilan dari level air bebas mineral dalam kolam iradiator dan pada tangki penampungan produk dari air bebas mineral. Dalam makalah ini, akan dijelaskan bagaimana cara pemilihan dan penentuan ukuran *control valve* pada unit pengolahan air bebas mineral dari iradiator gamma tersebut.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Proses *Demineralized Water*

Di dalam proses produksi pembuatan air bebas mineral (*demineralized water*), air baku (*raw water*) dari PAM ditampung di dalam bak yang mempunyai kapasitas 27.000 liter. Air dialirkan dengan menggunakan pompa menuju tangki *Carbon Filter*. Selanjutnya diteruskan ke sistem penukar ion dengan melewati tangki resin kation dan tangki resin anion, selanjutnya dilewatkan ke tangki *mix bed* yang berisi resin kation – anion, sehingga dihasilkan air bebas mineral dengan kapasitas $3\text{ m}^3/\text{jam}$. Air bebas mineral ini ditampung di dalam tangki penampung dan dialirkan masuk ke kolam iradiator melewati *control valve* yang atau bila dalam keadaan darurat dapat langsung dialirkan masuk ke dalam kolam iradiator. Filter karbon aktif akan mengalami kejenuhan atau tersumbat dengan partikel-partikel yang diserapnya, maka secara periodik atau dengan indikator dari *pressure gauge* kapan harus dilakukan *backwash* dengan cara memompa air baku dari bak penampung secara aliran balik. Demikian juga halnya dengan resin penukar ion ini akan mengalami kejenuhan juga, maka perlu dilakukan regenerasi yaitu : untuk resin kation digunakan larutan kimia 1-5 % HCl atau 8% H₂SO₄. Sedangkan untuk resin anion digunakan larutan kimia 2-5 % Na OH setelah itu dilanjutkan dengan *backwash*. Resin penukar ion pada sistem air bebas mineral berfungsi untuk mengambil pengotor yang tidak dikehendaki dengan cara reaksi pertukaran ion yang mempunyai tanda muatan sama antara air sebagai bahan baku dengan resin penukar ion yang dilaluinya. Resin kation akan mengambil kation pengotor air dan anion resin akan mengambil anion pengotor air. Oleh karena itu perlu adanya pengamatan terhadap karakteristik resin penukar ion pada sistem air bebas mineral agar kinerja resin penukar ion dan kualitas air yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

2.2. Control Valve

Control valve berfungsi sebagai *final control element* pada sebuah sistem pengendalian proses. Sebuah *control valve* harus selalu bekerja di daerah pada rentang standar operasi yaitu pada bukaan katup 25% – 80%. Untuk mengetahui nilai penentuan ukuran *control valve* dilakukan perhitungan dari data proses yang diketahui. Tujuan dari melakukan penentuan ukuran *control valve* adalah untuk mendapatkan suatu ukuran kapasitas *valve* yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan untuk pengendalian proses variabel. Persamaan yang digunakan adalah standar ISA: S75.01-1985 "*Flow Equations for Sizing Control Valves*"^[1]. Ada beberapa aspek yang harus diperhatikan ketika memilih *control valve* (pemilihan & sizing):

1. Jenis pengendalian proses variabel (*flow, pressure, temperatur, level, analyzer* dll) atau hanya *on-off control*.
2. Karakteristik laju aliran dari *control valve* (*quick opening, linear, equal percentage*).
3. Material *control valve* (*stainless steel, carbon steel* dll).
4. Aksesoris *control valve*: *positioner, I/P, limit switch, booster, air set* dll.
5. *Fail safe condition, fail opened* atau *fail closed*.
6. *Actuator* (*pneumatic, hidrolik, atau electric*).
7. Jenis *control valve* (*globe, butterfly, ball, V-ball* dll)
8. Kondisi proses dari fluida kerja (*static pressure, pressure drop, temperature, specivic gravity, viscosity*).

2.3. Sistem Pengendali Ketinggian (Level)

Komponen pengendali yang terdapat dalam sistem pengolahan air bebas mineral iradiator gamma di Proyek Irradiator Gamma adalah:

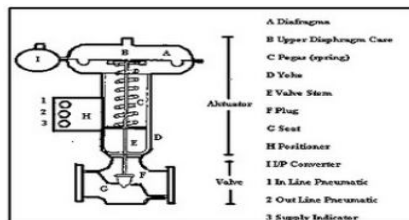
- *Level Transmitter*
- *Control Valve*
- *Controller*

2.3.1. Level Transmitter

Level transmitter adalah sebuah alat yang memanfaatkan asas bahan apung sederhana untuk mendeteksi dan mengkonversi perubahan level zat cair.

2.3.2. Control Valve

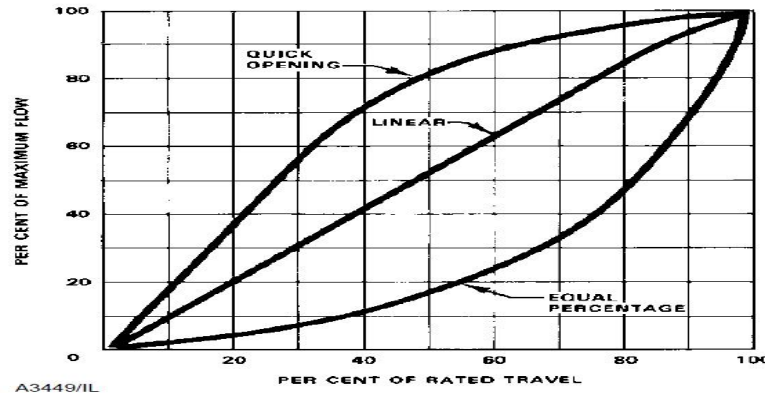
Control valve adalah suatu alat yang digunakan untuk memodifikasi aliran fluida atau laju tekanan pada sebuah sistem proses dengan menggunakan daya untuk operasinya. *Valve* ini digunakan oleh industri dalam banyak aplikasi. *Control valve* adalah elemen kontrol akhir yang paling umum digunakan untuk mengatur aliran bahan dalam sebuah proses. Pada suatu *loop* proses, hanya ada resistansi *variable* yang dikontrol, sedangkan resistansi berubah-ubah karena perubahan aliran pada sistem atau karena lapisan pipa dan permukaan dinding peralatan. Variasi resistansi ini tidak diinginkan dan harus dikompensasi dengan menggunakan *control valve* seperti gambar 1. Salah satu komponen yang ada di dalam *control valve* adalah *cage valve* (lihat gambar 2) dan *cage* tersebut terdiri dari 3 jenis yaitu jenis *quick opening, linier* dan *equal percentage*. Ketiga jenis *cage* tersebut memiliki karakteristik respon yang ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 1. Struktur *Control Valve*



Gambar 2. *Cage Valve*



Gambar 3. Karakteristik Control Valve

2.3.3. Controller

Controller adalah elemen yang mengerjakan tiga dari empat tahap langkah pengendalian, yaitu membandingkan *set point* dengan *measurement variable*, menghitung berapa banyak koreksi yang perlu dilakukan, dan mengeluarkan sinyal koreksi yang sesuai dengan hasil perhitungan. *Controller* sepenuhnya menggantikan peran manusia dalam mengendalikan sebuah proses. Terdapat tiga jenis controller yaitu *Proporsional*, *Integral* dan *Derivative*^[2]. Dan juga terdapat control unit yang merupakan bagian dari *controller* yang menghitung besarnya koreksi yang diperlukan. *Input control unit* adalah *error*, dan outputnya adalah sinyal yang keluar dari *controller*. Control unit memiliki *transfer function* yang tergantung pada jenis *controller*. Output control unit adalah hasil penyesuaian matematik *transfer function* dengan memasukkan nilai *error* sebagai input. Pada *control valve*, *positioner* dapat diartikan juga sebagai *controller* karena didalamnya terdapat proses umpan balik (*Proporsional Control*) dari aksi *actuator* ke *positioner*.

3. TATA KERJA

Kondisi operasional instalasi air bebas mineral pada tangki

Tabel 1. Data Proses

	Normal
Fluida	Air bebas mineral
Tekanan, (bar)	3
Temperatur, (°C)	30
Flowrate (m ³ /hr)	3
ΔP (bar)	0.3
Line size (inch)	1
SG	1
Vapor pressure (bar) (psia)	0.043 0.62
Critical pressure (bar) (psia)	220.6 3200

Dalam menentukan *Cv* dari fluida yang dapat dilewatkan oleh *control valve*, terdapat beberapa data yang diperlukan dimana prosedurnya mengacu pada standar ANSI/ISA S75.02 "*Control valve Capacity Test Procedure*"^[4].

Kondisi *inlet* dan *outlet*:

- *pressure*
- *temperature*
- *piping geometry*

Liquid Properties:

- o composition
- o density
- o vapor pressure
- o viscosity
- o surface tension
- o thermodynamic critical pressure

Gas and vapor properties:

- o Composition
- o Density
- o Ratio of specific heats

Control valve properties:

- o Size
- o Valve travel
- o Flow path geometry

Tahap - tahap untuk mencari *sizing coefficient valve (Cv)* untuk aplikasi *demineralisasi* (pengolahan air bebas mineral) dalam perhitungan numerik dengan menggunakan *First Vue (Fisher Specification Manager)* dan perhitungan secara analitik mengacu pada buku *Fundamental of Industrial Control*^[1].

Adapun Penentuan (*sizing*) valve untuk fluida air adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan variable proses yang diperlukan untuk mengukur valve seperti menentukan desain atau tipe dari valve yang akan digunakan (terdapat juga pada *flow coefficient table*), fluida proses yaitu air demin, dan juga data – data proses seperti q atau w, P₁, P₂ atau ΔP, T₂, G_f, P_v, F_f.
- b. Menentukan konstanta yaitu N, yang merupakan konstanta numerik yang ada di tiap persamaan *flow* yang bisa dilihat *Equation Constant Table*^[3] dibawah ini:

Tabel 2. *Equation constant*

		N	w	q	p ⁽²⁾	γ	T	d, D
N ₁		0.0865	---	m ³ /h	kPa	---	---	---
		0.865	---	m ³ /h	bar	---	---	---
		1.00	---	gpm	psia	---	---	---
N ₂		0.00214	---	---	---	---	---	mm
		890	---	---	---	---	---	inch
N ₅		0.00241	---	---	---	---	---	mm
		1000	---	---	---	---	---	inch
N ₆		2.73	kg/h	---	kPa	kg/m ³	---	---
		27.3	kg/h	---	bar	kg/m ³	---	---
		63.3	lb/h	---	psia	lb/ft ³	---	---
N ₇ (3)	Normal Conditions T _N = 0°C	3.94	---	m ³ /h	kPa	---	deg K	---
		394	---	m ³ /h	bar	---	deg K	---
	Standard Conditions T _S = 15.5°C	4.17	---	m ³ /h	kPa	---	deg K	---
	417	---	m ³ /h	bar	---	deg K	---	
	Standard Conditions T _S = 60°F	1360	---	scfh	psia	---	deg R	---
N ₈		0.948	kg/h	---	kPa	---	deg K	---
		94.8	kg/h	---	bar	---	deg K	---
		19.3	lb/h	---	psia	---	deg R	---
N ₉ (3)	Normal Conditions T _N = 0°C	21.2	---	m ³ /h	kPa	---	deg K	---
		2120	---	m ³ /h	bar	---	deg K	---
	Standard Conditions T _S = 15.5°C	22.4	---	m ³ /h	kPa	---	deg K	---
	2240	---	m ³ /h	bar	---	deg K	---	
	Standard Conditions T _S = 60°F	7320	---	scfh	psia	---	deg R	---

1. Many of the equations used in these sizing procedures contain a numerical constant, N_i along with a numerical subscript. These numerical constants provide a means for using different units in the equations. Values for the various constants and the applicable units are given in the above table. For example, if the flow rate is given in U.S. gpm and the pressures are psia, N₁ has a value of 1.00. If the flow rate is m³/hr and the pressures are kPa, the N₁ constant becomes 0.0865.
2. All pressures are absolute.
3. Pressure base is 101.3 kPa (1.013 bar)(14.7 psia).

Tabel di atas digunakan apabila data proses yang diketahui adalah *specific gravity (Gf)*, sedangkan N₉ digunakan untuk data proses yang diketahui *molecular weight nya(M)*. Adapun jika data proses yang diketahui *mass flowrate* dalam satuan lb/h atau kg/h, maka konstanta numerik yang digunakan adalah N₆ atau N₈, hanya saja N₆ digunakan jika terdapat *specific weight (Y₁)*, sedangkan N₈ digunakan jika terdapat *molecular weight (M)*.

- a. Menentukan F_p, yang merupakan faktor koreksi yang dihitung apabila terdapat pemasangan aksesoris seperti *reducers, rotary valves, elbows*, dll. Dan jika tidak ada maka nilai F_p bernilai 1,0.
- b. Menyelesaikan perhitungan nilai Cv (*coefficient valve*), menggunakan persamaan berikut sesuai dengan data proses yang telah diketahui^[1].

$$C_v = \frac{Q}{N_1} \times \frac{\sqrt{G_f}}{\sqrt{\Delta P_{allowable}}} \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

$$\Delta P_{allowable} = F_f^2 \times (P_1 - (F_f \times P_v)) \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

- Q = Volume rate flow
- N₁ = Equation constants for volumetric liquid the value is 0.865
- P₁ = Inlet pressure (upstream ability static pressure)
- P₂ = Outlet Pressure (downstream ability static pressure)
- G_f = specific gravity
- P_v = vapor pressure of liquid at body inlet temperature

Selanjutnya menentukan ukuran control valve menggunakan software FSM, dengan prosedur sebagai berikut :

- Memasukkan data instalasi control valve seperti : *Style, Rating, Nominal Inlet, Pipe Size, Nominal Outlet Pipe Size, End Connection, Insulation, Allowable Noise, Body To Bonnet Bolt & Nuts Material, Packing Flange Studs & Nuts, Design Pressure, Design Temperature, ANSI Shutoff, Service Description.*
- Memasukkan data proses yang digunakan (data proses dapat dilihat pada Gambar 4.)
- Setelah lengkap maka FSM akan melakukan kalkulasi sehingga keluar hasil untuk nilai Cv, dll (lihat Gambar 4.)
- Pemilihan ukuran control valve bergantung pada nilai Cv, line size dan tipe cage
- Terdapat 3 tipe cage (*quick opening, linier dan equal percentage*) dimana untuk tiap tipe, FSM melakukan perhitungan dan memaparkan/menampilkan hasil berupa tabel. Dari tabel tersebut diperiksa apakah kriteria-kriteria telah pemilihan dan penentuan telah terpenuhi.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan nilai koefisien valve (Cv) secara analitik

Menggunakan persamaan 1 di atas diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$C_v = \frac{Q}{N_1} \times \frac{\sqrt{G_f}}{\sqrt{\Delta P}}$$

$$C_v = \frac{3}{0.865} \times \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{0.3}} = 6.3154$$

$$F_f = 0.96 - (0.28 \times \sqrt{\frac{0.62}{3200}}) \implies F_f = 0.96 - (0.28 \times \sqrt{\frac{F_f}{F_c}})$$

$$\implies F_f = 0.956 \text{ psia}$$

$$= 0.0659 \text{ bar}$$

4.2 Perhitungan perbedaan tekanan yang diijinkan (ΔP_{allowable})

Hal yang mungkin terjadi pada pemilihan dan penentuan ukuran control valve adalah terjadinya *cavitas* dan *flashing*. Bila terjadi hal tersebut maka bagian dari Control Valve seperti *plug* dan *seat* akan mengalami pengikisan karena erosi yang diakibatkan dari kecepatan fluida yang tinggi pada keadaan control valve hampir tertutup pada daerah minimum antara 10% - 25%. Keadaan ini terjadi bilamana control valve jauh lebih besar daripada ukuran pipa, selain itu dapat terjadi kerusakan mekanisme control valve, kerja

sistem pengendalian menjadi kurang sempurna apabila controller (khususnya pneumatik) bekerja di daerah minimum. Sebaliknya, *control valve* yang harus selalu bekerja di posisi hampir terbuka penuh tidak akan menghasilkan respon sistem pengendalian yang bagus karena sistem akan bereaksi sangat lambat dan *measurement variable* akan sering berada di bawah *set point* atau akan menimbulkan *offset*. Dan kerja *controller* maupun sistem menjadi tidak sempurna karena sistem tidak akan memberikan koreksi *manipulated variable* sebagaimana mestinya. *Control valve* tidak akan dapat memenuhi koreksi tambahan yang diminta oleh sistem pengendalian karena sudah berada pada posisi maksimal.

Perhitungan berikut ini dilakukan guna untuk pengecekan apakah pada proses yang dievaluasi terjadi kavitasi. Dengan menggunakan persamaan 2 diatas, maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

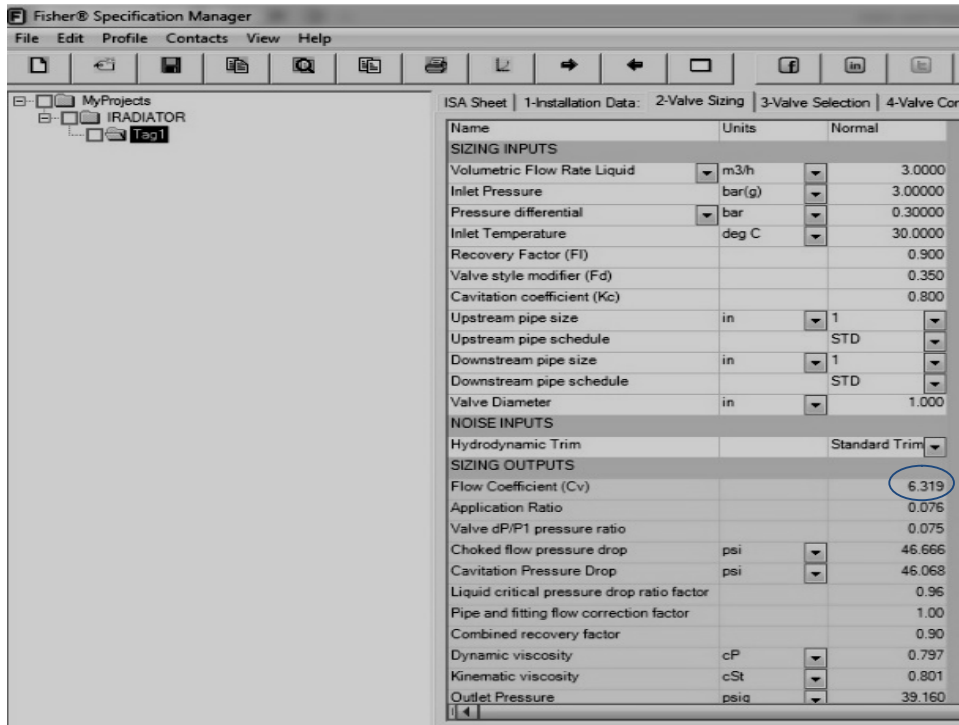
$$\begin{aligned}\Delta P_{allowable} &= F_{12} \times (P_1 - (F_f \times P_v)) \\ &= 0.88^2 \times (3 - (0.0659 \times 0.043)) \\ &= 2.32 \text{ bar}\end{aligned}$$

Telah diketahui bahwa $\Delta P_{actual} = 0.3$ bar. Dengan demikian diperoleh $\Delta P_{actual} < \Delta P_{allowable}$. Dengan kondisi tersebut syarat terjadi kavitasi dan *flashing* tidak terpenuhi dimana syarat terjadi kavitasi adalah bila $\Delta P_{actual} > \Delta P_{allowable}$. Sehingga proses tersebut tidak akan terjadi kavitasi yang menyebabkan ausnya *control valve* atau pipa yang dipasang pada inlet dan outletnya.

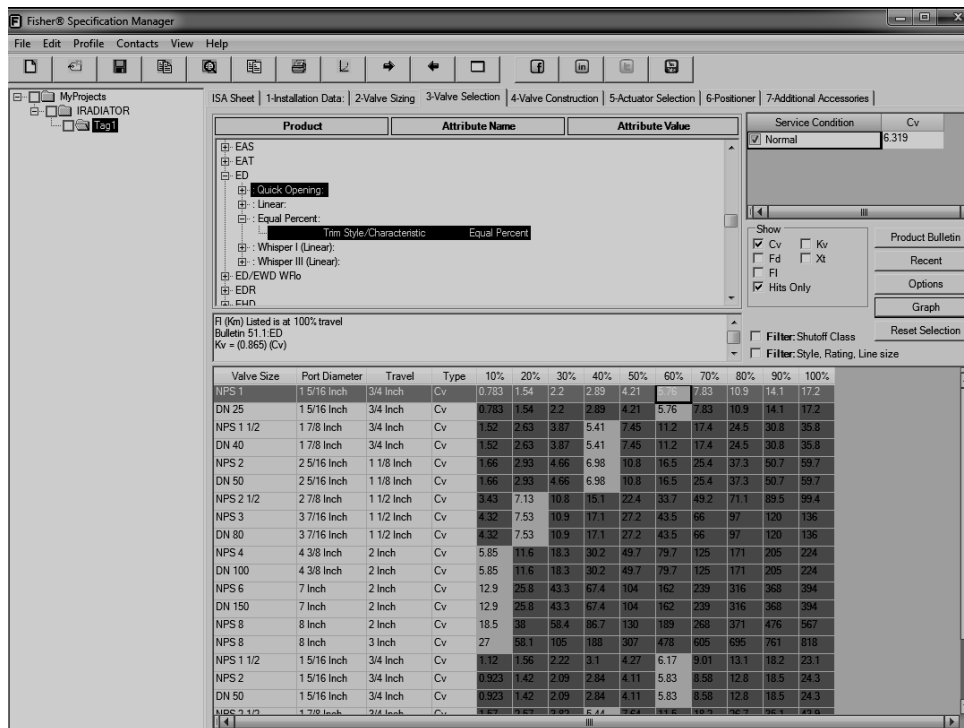
4.3 Perhitungan nilai koefisien valve (Cv) secara numerik, menggunakan Software First Vue (FSM)

Sesuai dengan tahapan yang terdapat pada tata kerja adalah :

- Pengisian data-data instalasi yaitu *Style : Globe, Rating : CL150, Nominal Inlet Pipe Size : 1 Inch, Nominal Outlet Pipe Size : 1 Inch, End Connection : BWE, Insulation : None, Allowable Noise : 90 Db(A), Body To Bonnet Bolt & Nuts Material : Manufacturer Standard, Packing Flange Studs & Nuts : Manufacturer Standard, Design Pressure : 4 Bar, Design Temperature 40 Deg C: , ANSI Shutoff : ANSI CL II, Service Description : Demin Water.*
- Pengisian data proses yang digunakan dan FSM akan melakukan kalkulasi sehingga keluar hasil untuk nilai Cv, dll (lihat gambar 4 berikut).
- Kemudian untuk melakukan pemilihan *control valve*, FSM memaparkan/menampilkan hasil berupa tabel. Dari tabel tersebut diperiksa apakah kriteria-kriteria telah pemilihan dan penentuan telah terpenuhi. Kriteria pemilihan yang digunakan antara lain : *Tipe body valve (EAS, EAT, ED, dll), Tipe cage (quick opening, linier dan equal percentage), Cv, Line size, dll* (lihat gambar 5 berikut)



Gambar 4. Hasil perhitungan nilai koefisien valve (Cv) dari Software First Vue (FSM)

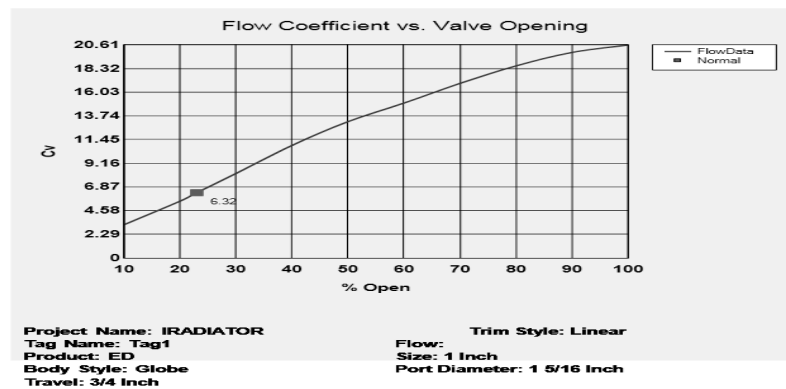


Gambar 5. Tabel untuk pemilihan control valve dari perhitungan software First Vue (FSM)

- Dari hasil tersebut dilakukan pengujian untuk respon berdasarkan masing-masing tipe cage/karakteristiknya.

➤ Linier

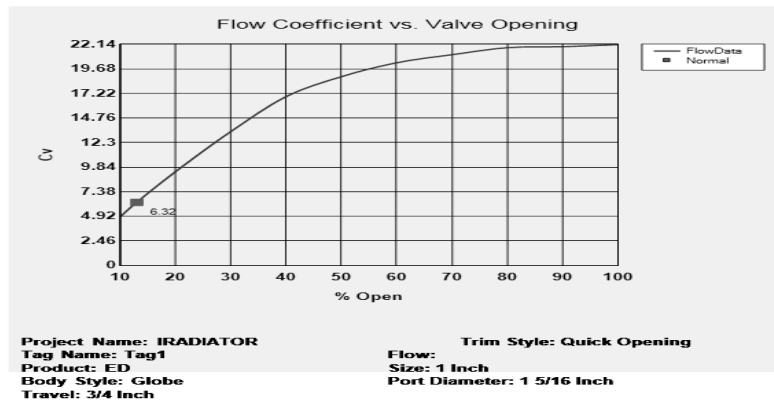
Dari gambar grafik 6 di bawah ini dapat diketahui bahwa untuk proses pengolahan air bebas mineral dengan data kondisi proses yang telah disebutkan pada bab sebelumnya bila menggunakan *cage* dengan karakteristik linier, maka nilai Cv berada pada kondisi bukaan travel 24% pada saat *control valve* mengalirkan fluida normal 3 m³/jam. Hal tersebut tidak sesuai dengan standar bukaan *travel* minimum operasional valve sebesar 25% karena dapat menyebabkan ketidakstabilan *control valve* yang berdampak kerusakan dan kebocoran valve bila terjadi secara terus menerus. Karakteristik aliran yang dihasilkan menggunakan jenis *cage* tersebut yaitu dimana jumlah fluida yang dialirkan sebanding dengan bukaan *travel control valve*, misalkan : ketika *control valve* membuka sebesar 10% maka fluida yang mengalir sebesar 10% juga, bila membuka sebesar 20% maka fluida yang mengalir sebesar 20%, demikian dst. Dapat disimpulkan bahwa *control valve* dengan karakteristik bukaan linier tidak cocok digunakan pada aplikasi proses ini.



Gambar 6. Grafik bukaan valve 24% dengan Cv 6.32 karakteristik linier

➤ Quick opening

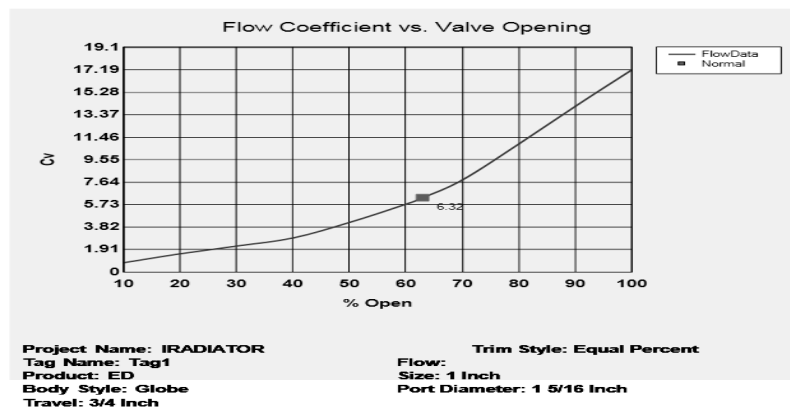
Selanjutnya dari gambar grafik 7 di bawah ini bila menggunakan *cage* dengan karakteristik *quick opening* dapat diketahui bahwa nilai Cv berada pada kondisi bukaan travel 14% pada saat *control valve* mengalirkan fluida normal 3 m³/jam. Hal tersebut juga tidak sesuai dengan standar bukaan *travel* minimum operasional valve sebesar 25% karena dapat menyebabkan ketidakstabilan *control valve* yang berdampak kerusakan dan kebocoran valve bila terjadi secara terus menerus. Karakteristik aliran yang dihasilkan menggunakan jenis *cage* tersebut yaitu dimana jumlah fluida yang dialirkan lebih besar dibandingkan dengan bukaan *travel control valve*, misalnya ketika *control valve* membuka sebesar 20% maka fluida yang mengalir sebesar 40%, bila membuka sebesar 40% maka fluida yang mengalir sebesar 70%, demikian dst. Dapat disimpulkan bahwa *control valve* dengan karakteristik bukaan linier tidak cocok digunakan pada aplikasi proses ini.



Gambar 7. Grafik bukaan valve 13% dengan Cv 6.32 karakteristik *quick opening*

➤ *Equal percentage*

Selanjutnya dari gambar grafik 8 di bawah ini bila menggunakan *cage* dengan karakteristik *equal percentage* dapat diketahui bahwa nilai Cv berada pada kondisi bukaan travel 63% pada saat *control valve* mengalirkan fluida normal 3 m³/jam. Hal tersebut telah sesuai dengan standar bukaan travel minimum operasional valve sebesar 25% dan maksimum sebesar 80%, karena resiko ketidakstabilan *control valve* yang berdampak kerusakan dan kebocoran valve bila terjadi secara terus menerus dapat dihindari atau diminimumkan. Karakteristik aliran yang dihasilkan menggunakan jenis *cage* tersebut yaitu dimana jumlah fluida yang dialirkan lebih kecil dibandingkan dengan bukaan *travel control valve*, misalkan : ketika *control valve* membuka sebesar 20% maka fluida yang mengalir sebesar 5%, bila membuka sebesar 40% maka fluida yang mengalir sebesar 10%, demikian dan seterusnya. Karakteristik ini bersifat meredam, bila suatu sistem memiliki kemungkinan menghasilkan *respon overshoot* yang tinggi maka salah satunya dengan karakteristik ini hal tersebut dapat diredam/diminimumkan agar sistem tersebut dapat dengan segera mencapai kondisi *steady state*. Dapat disimpulkan bahwa *control valve* dengan karakteristik bukaan *equal percentage* cocok digunakan pada aplikasi proses ini.



Gambar 8. Grafik bukaan valve 63% dengan Cv 6.32 karakteristik *equal percentage*

5. KESIMPULAN

Dari hasil pemilihan dan penentuan ukuran *control valve* yang telah diuraikan pada pembahasan, terdapat beberapa hal yang dapat diperhatikan yaitu proses *variable*,

karakteristik yang terdapat pada pipa, material *control valve*. Aksesorisnya seperti *positioner, reducer, elbow, actuator*, jenis *control valve* serta kondisi proses dari fluida kerja. Hasil perhitungan *Cv* dengan cara perhitungan secara analitik didapatkan *Cv* sebesar 6.3154 atau menggunakan software didapatkan *Cv* sebesar 6.32, hasil perhitungan dari keduanya tidak terlalu berbeda. Dari hasil grafik pada Gambar 8 di atas aplikasi yang cocok untuk pengendalian level pada *control valve* adalah karakteristik aliran *equal percentage*, ukuran 1 inch, *Type: Globe Valve, Body Material : Carbon Steel, End Connection/Rating : BWE/ANSI class 150*, sinyal input : 3-15 psi/4-20 mA. Karena karakteristik *equal percentage* sesuai dengan karakteristik dari pengendalian level dimana respon dari pengukuran level ketika bukaan masih dibawah 50% akan mengalami *overshoot* yang tinggi, maka perlu meminimalkan *overshoot* yang dihasilkan dari pengendalian level tersebut menggunakan karakteristik aliran *equal percentage*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Albert, C.L. Albert. Coggan, D.A. 1996. *Fundamentals of Industrial Control*. United States of America: Instrument Society of America.
- [2] Gunterus, Frans. 1994. *Falsafah Dasar Sistem Pengendalian Proses*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- [3] *Control Valve Handbook*. Fisher: Emerson Process Management.