

# Perancangan Ulang Sistem Hidrolik Pada Mesin FFAF Dengan Menggunakan *Manifold* Sebagai Pengganti Pipa

Ngarifin dan Yuriadi Kusuma

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana

Jl. Raya Meruya Utara, Kembangan, Jakarta 11650

Email: yuriadi@mercubuana.ac.id

**Abstrak** -- Mesin FFAF merupakan mesin yang digunakan untuk membuat filter FFAF (Full Fabrics Air Filter) yaitu filter yang terbuat dari kertas woven. Pada mesin FFAF bekerja 3 proses utama secara berurutan yaitu forming (pembentukan), cooling (pendinginan), dan trimming (pemotongan). Mesin FFAF menggunakan sumber tenaga berupa sistem hidrolik untuk ketiga proses tersebut. Pada awalnya sistem hidrolik pada mesin ini menggunakan pipa sebagai media transmisi fluida. Penggunaan pipa tersebut memiliki kelemahan antara lain memerlukan tempat yang luas untuk penempatan pipa-pipa, kesulitan dalam perawatan dan perbaikan, dan pengurangan tekanan (*head lose*) karena panjang dan belokan pipa serta rentan terhadap kebocoran. Dari kelemahan tersebut penulis melakukan perancangan ulang sistem hidrolik dengan mengganti pipa menjadi manifold yang merupakan penyederhanaan dari sistem pipa yang rumit dan berantakan.

**Kata kunci:** mesin FFAF, hidrolik, pipa, manifold

**Abstract** -- FFAF machine is a machine used to make the filter FFAF (Full Fabric Air Filter) which filter made from woven paper. In the machine working FFAF 3 main processes in sequence, namely forming, cooling, and trimming. FFAF machine using energy sources such as hydraulic system for these three processes. At first the hydraulic system on this machine using the pipe as a medium of transmission fluid. Using the pipeline has the disadvantage, among others, require a large place to the placement of the pipes, difficulties in maintenance and repair, and reduced pressure (*head lose*) because of the length and pipe bends and prone to leakage. Based on the weakness this paper try to redesign hydraulic system by replacing the pipe into the manifold which is a simplification of a complex system of pipes and messy.

**Keywords:** FFAF machine, hydraulic, piping, manifold

## 1. PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu ciri dari berkembangnya suatu negara. Perkembangan teknologi juga tidak dapat dipungkiri telah menyokong berkembangnya dunia perindustrian. Dengan berkembangnya teknologi di bidang industri maka semakin banyak aplikasi penggunaan sumber tenaga mekanik, hidrolik dan pneumatik sebagai bagian utama mesin-mesin produksi. Sebagai contohnya penggunaan sumber tenaga hidrolik dalam industri pembuatan filter, khususnya air filter. Pada dasarnya tujuan dari perancangan ulang sistem hidrolik dengan mengubah sistem transmisi oli dari pipa menjadi *manifold* ini tidak lain untuk mengambil keuntungan-keuntungan yang ada pada sistem yang lama dan menghilangkan kerugian yang biasa muncul, untuk mendapatkan sebuah sistem yang lebih baik. *Manifold* merupakan sebuah material logam yang berbentuk balok yang dibor sedemikian rupa sehingga dapat menjadi suatu jalur saluran transmisi fluida hidrolik. Beberapa hal yang mendasar jika kita ingin merancang

sebuah sistem hidrolik, perhitungan besar beban yang akan diterima sistem secara periodiknya, langkah kerja yang dipakai pada silindernya, besar diameter silinder yang akan digunakan, besar tekanan yang ada pada silinder tersebut, berapa besar pompa yang akan dipakai sehingga dapat mengakomodasi setiap langkah kerja dari sistem tersebut.

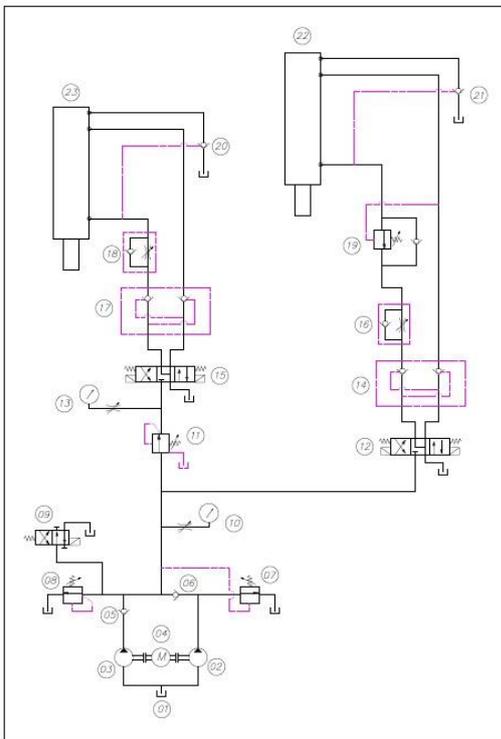
Karena sistem transmisi yang dipakai memakai *manifold* sebagai pengganti pipa, maka dihitung pula tebal minimum dari dinding *manifold* tersebut sebagai acuan dalam melakukan pengeboran, dengan melihat seberapa besar tekanan yang bekerja di dalam *manifold*, besar *head loses* ( $h_L$ ) yang terjadi di dalam *manifold*, dengan melihat seberapa banyak belokan yang terjadi, dan berapa banyak dan jenis katup yang akan terpakai.

Tujuan dari perancangan sistem hidrolik dengan menggunakan *manifold* sebagai pengganti pipa ini adalah untuk meningkatkan *maintainability* sebuah sistem hidrolik, mengurangi tingkat kebocoran pada jalur pipa hidrolik yang rentan terhadap kebocoran dan

mengurangi *space area* karena sistem hidrolik dengan jalur pipa membutuhkan tempat yang lebih luas.

## 2. METODOLOGI

Beban operasi material yang akan dipress berperan penting dalam perhitungan. Spesifikasi Kertas *Non Woven TAC 350*, *tensile strength* : 29 kg/cm<sup>2</sup> (untuk 1 lembar lapisan kertas) untuk aplikasi produk filter FFAF PN A-1178-V dimensi 249 mm x 119 mm, jumlah lapisan 3 lembar. Cara kerja mesin FFAF ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Mesin FFAF

Keterangan :

1. Tangki
2. Pompa Tekanan Rendah,
3. Pompa Tekanan Tinggi,
4. Motor,
5. Check Valve 1,
6. Check Valve 2,
7. Pilot Operated Relief Valve,
8. Direct Type Relief Valve,
9. Directional Valve 4/2,
10. Pressure Gauge (1),
11. Pressure Reducing Valve,
12. Directional Valve 5/3 (1),
13. Pressure Gauge (2),
14. Pilot Check Valve (1),
15. Directional Valve 5/3 (2),
16. One Way Flow Control (1),
17. Pilot Check Valve (2),
18. One Way Flow Control (2),
19. Unloading Relief Valve,
20. Pilot Control Check Valve (1),
21. Pilot Control Check Valve (2),

22. Silinder Forming Cooling,
23. Silinder Trimming.

Cara kerja mesin FFAF adalah sebagai berikut:

### 1. Posisi awal

Mesin ini menggunakan dua pompa (*double pump*) yang memiliki karakteristik yang berbeda sehingga kita akan mendapatkan kecepatan dan tekanan yang diinginkan. Pompa yang kita gunakan adalah pompa tekanan tinggi (*high pressure pump*), namun memiliki debit aliran yang rendah (*low flow*) dan pompa tekanan rendah (*low pressure pump*), namun memiliki debit aliran yang tinggi (*high flow*). Pada posisi awal ini kedua pompa bekerja mengalir sistem secara bersama-sama. Posisi kedua silinder dalam keadaan normal/tidak bekerja. *Directional valve* 4/2 bekerja membuang semua tekanan kembali ke tangki.

### 2. Silinder bekerja

Mesin bekerja dengan mengaktifkan *directional valve* 5/3 (11&12) dan dengan sendirinya mengaktifkan *directional valve* 4/2 (09) yang akan menghentikan pembuangan tekanan ke tangki. Kedua pompa bersama sama menyuplai tekanan ke sistem, namun pompa tekanan rendah sangat berperan, karena dengan debit aliran yang tinggi, akan mendorong gerakan silinder untuk bergerak lebih cepat.

Setelah silinder mendapat tekanan balik karena sudah mulai melakukan pengepresan, maka pompa tekanan rendah tidak akan mengalirkan fluida ke dalam sistem lagi, namun akan langsung membuang ke tangki melalui *pilot operated relief valve* (07) yang mengukur tekanan yang sedang bekerja di dalam sistem. Pada saat ini pompa tekanan tinggi mulai bekerja karena sistem membutuhkan tekanan besar pada posisi ini untuk pengepresan.

*Unloading relief valve* (19) berfungsi untuk menjaga tekanan silinder *trimming* pada saat menyentuh benda kerja, silinder sudah memiliki cukup tekanan untuk melakukan proses pemotongan.

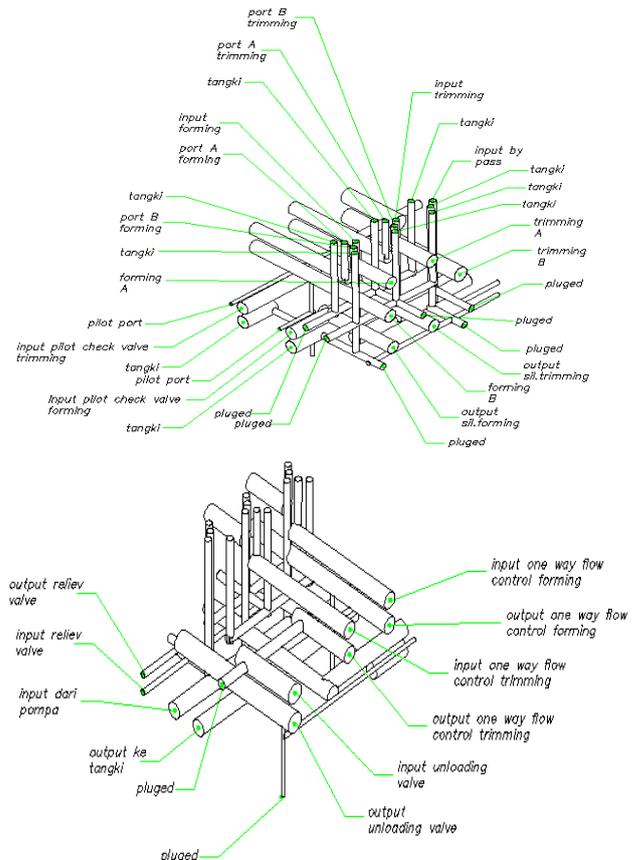
*Pressure reducing valve* (11) berfungsi untuk mengurangi besarnya tekanan yang dipakai silinder *forming cooling* untuk melakukan proses pengepresan sesuai dengan tekanan yang telah diperhitungkan. *One way flow control* (18&19) berfungsi untuk mengatur besarnya kecepatan masing-masing silinder pada saat turun/bekerja. Hal ini dimaksudkan agar gerakan silinder menjadi lebih halus sehingga dies menjadi lebih awet.

### 3. Silinder kembali ke posisi awal

Setelah silinder selesai melakukan kerja yaitu trimming serta forming dan cooling, maka silinder digerakkan ke posisi awal dengan cara mengaktifkan *directional valve* 5/3 (12 & 15) ke arah sebaliknya. *Pilot controlled check valve* (20 & 21) yang dipasang pada saluran buangan pada saat silinder naik, berfungsi sebagai saluran buangan cepat, agar kecepatan silinder pada saat naik menjadi lebih tinggi.

*Pilot check valve (non return valve)* (14 dan 12) akan menutup aliran oli dari silinder untuk menjaga posisi silinder jika tidak sedang bekerja. Fungsi *non return valve* di sini memiliki *pilot* yang dihubungkan dengan saluran yang berlawanan (aliran masuk dan aliran buang) sehingga akan membuka saluran penutup jika terdapat aliran dari saluran yang berlawanan. Dengan adanya fungsi ini maka beban karena menahan posisi silinder pada saat sistem tidak digunakan, tidak dikenakan langsung pada *directional valve*.

Selain itu diperlukan proses perhitungan untuk menghitung berapa besar tekanan yang terbangun akibat panjang jalur, sambungan, belokan, katup-katup, antara pipa dengan *manifold*. Selain itu akan juga dihitung komponen-komponen pendukung seperti pompa, motor, silinder dan aksesorisnya seperti selang, *needle*, *valve*/katup dll.



Gambar 2. Penampang dalam jalur hidrolis *manifold* mesin FFAF

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perencanaan dan perhitungan didapatkan data beberapa komponen sebagai berikut:

#### a. Silinder dan piston

- Tekanan kerja silinder, psi : 150 bar
- Laju aliran untuk 1 silinder,  $Q_{si}$  :  $1.256 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$
- Laju aliran untuk 2 silinder,  $Q$  :  $2.513 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$
- Tebal silinder,  $S$  : 10 mm

#### b. Manifold

- Diameter minimal saluran utama,  $P$  : 37 mm
  - Tebal dinding kritis dalam *manifold*: 0.53 mm
- Desain *Manifold* diperlihatkan pada Gambar 2.

#### c. Katup-katup

- Katup pembatas tekanan

##### 1. Unloading Relief Valve (komponen no 19)

- Spesifikasi : BUCG-06-H-20
- Flow Rate : 125 lpm

##### 2. Pressure Reducing Valve (komponen no 11)

- Spesifikasi : MRP-03-H-20-S
- Flow Rate : 100 lpm

- Katup pengarah

##### 1. Direct Type Relief Valve (komponen no 8)

- Spesifikasi : DG-2
- Flow Rate : 16 lpm

##### 2. Directional Valve 4/2 (komponen no 9)

- Spesifikasi : DSG-2B3-03
- Flow Rate : 120 lpm

##### 3. Directional Valve 5/3 (komponen no 12 & 15)

- Spesifikasi : DG-3C4-03
- Flow Rate : 120 lpm

##### 4. Pilot Check Valve (komponen no 16 & 17)

- Spesifikasi : MPW-03
- Flow Rate : 100 lpm

##### 5. One Way Flow Control (komponen no 18 & 19)

- Spesifikasi : SRCG-06

- *Flow Rate* : 85 lpm

6. *Pilot Controlled Check Valve* (komponen no 20 & 21)

- Spesifikasi : CPDG-06

- *Flow Rate* : 125 lpm

#### d. Pompa

- Laju aliran yang dihasilkan pompa,  $Q_{pompa} = 2.791.10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$

- Tekanan yang dihasilkan pompa,  $P_{pompa} = 1741573.794 \text{ Pa}$

- Daya pompa,  $W_p = 6 \text{ kW}$

- Efisiensi mekanis,  $\eta_m = 1.06$

#### e. Motor

- Daya motor,  $W_m = 7.5 \text{ kW}$

Kerugian tekanan dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

Kerugian tekanan akibat gesekan di sepanjang jalur hidrolik

Kerugian tekanan akibat sambungan, katup, dan belokan

Total kerugian tekanan adalah  $9,5 \text{ m} = 83248,9 \text{ Pa}$ .

#### 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan ulang sistem hidrolik pada mesin FFAF tersebut, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Sistem dan jalur hidrolik lebih ringkas jadi perawatan dan perbaikan lebih mudah.
- Tingkat kebocoran pada jalur hidrolik dapat dikurangi, karena sambungan- sambungan pipa berkurang yang menjadi salah satu penyebab kebocoran.
- Area yang dibutuhkan untuk sistem hidrolik lebih sedikit karena jalur pipa disederhanakan menjadi *manifold*, sehingga mesin lebih ringkas.

#### DAFTAR PUSTAKA

Central Machine Tool Institut, *Machine Tool Design Handbook*, Tata Mc Graw-Hill Publishing Comp Limited,Ltd. New Delhi, 1982

Dugdale R.H, *Fluids Mechanics*, Mc.Graw Hill Inc, 1985

Huckert Jesse, *Engineering Tables ASME Handbook*, Mc Graw-Hill Book Company Inc, New York-USA, 1970, Edisi ke-1

Kris Thomas, *Hidraulika Ringkas dan Jelas*, terjemahan oleh Ir.Dines Ginting, PT.Erlangga, Jakarta 1989

Merkle D, Schrader B, Thomes M, *Hydraulics Basic Level*, FESTO Didactic Text Book, 1998

Pippenger John, *Industrial Hydraulics*, Mc Graw-Hill Book Inc, USA, Edisi ke-3

Streeter E.Victor dan Wylie E.Benjamin, *Mekanika Fluida*, PT.Erlangga, Jakarta, 1988, Jilid I, Edisi ke-3, 047 m

Sularso, Ir MSME, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT.Pradnya Paramita, Jakarta, 1980, Edisi ke-3

Tambunan Sahat, Ir, Msc, Panduan Kuliah, *Pneumatik dan Hidrolik*.

W.A. Schmitt, Grad Ing, *Hdraulics Trainer*, PT. Erindo Megah Prima, Jakarta, 1980, Edisi ke-2

Waller D, Werner H, *Hydraulics Workbook Basic Level*, FESTO Didactic Text Book, 1998