PENGARUH PENIPISAN MATERIAL KOMPONEN *BODY* J01-2311-0 AKIBAT PROSES "*DEEP DRAWING* " TERHADAP *BURST STRENGTH* FILTER OLI J86-30480

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Mencapai Gelar Sarjana

Program S-1 Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas MercuBuana

Oleh :

Aris Haryono

41306110031

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA

2009

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Aris Haryono
NIM	: 41306110031
Jurusan	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknologi Industri
Judul Tugas Akhir	: Pengaruh penipisan Material Komponen *Body* J01-2311-0 Akibat Proses "*Deep Drawing*" Terhadap *Burst Strength* Filter Oli J86-30480

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir ini adalah benar-benar hasil karya sendiri dan bukan merupakan kutipan dari hasil karya orang lain. Apabila dikemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas MercuBuana.

Jakarta, 20 April 2009

[Aris Haryono]

Aris Haryono
41306110031

LEMBAR PENGESAHAN

Menerangkan Bahwa Makalah Tugas Akhir dengan Judul :

Pengaruh penipisan Material Komponen Body J01-2311-0 Akibat proses "*Deep Drawing*" Terhadap Burst Strength Filter Oli J86-30480

Telah Disetujui Dan Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri

Universitas Mercu Buana

Jakarta

Menyetujui :

Dosen Pembimbing

[DR. H. Abdul Hamid , M Eng]

Mengesahkan :

Ketua Jurusan Teknik Mesin	Koordinator Tugas Akhir
[DR. H. Abdul Hamid , M Eng]	[DR. H. Abdul Hamid , M Eng]

ABSTRAK

Untuk dapat bertahan dalam persaingan industri, perusahaan melakukan penelitian untuk membuat produk atau komponen yang berkualitas tinggi, tidak mengalami penyimpangan atau kegagalan pada spesifikasi yang ditentukan atau disepakati antara produsen dan konsumen, tentunya produk dengan harga yang kompetitif. Untuk itu penulis melakukan pengamatan suatu metoda yang diterapkan dalam perusahaan yaitu *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA), yaitu metoda yang membahas kemungkinan kegagalan suatu produk ataupun proses. Salah satu kegagalan dari produk filter adalah kebocaran pada *body* dikarenakan pecah atau retak.

Tugas akhir ini membahas dan menganalisa pengaruh penipisan material SECD (*Steel Electrolytic Zinc Coated for Drawing*) tebal 1.6 mm pada komponen *body* filter J01-2311-0 sebagai akibat proses "*deep drawing*" terhadap *burst strength* filter oli J86-30480. Analisa menggunakan metoda pengukuran penipisan dan metoda pengujian di laboratorium PT. PJM yang mereferensi metoda pengujian SAE $HS806_{2001}$. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian *impulse*, pengujian *endurance*, dan pengujian *burst strength*.

Dari analisa dan pengujian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penipisan material terbesar 20,98% dan ketebalan kritis material *body* yaitu rata-rata 1,264 mm terjadi pada area IV yaitu pada tinggi antara 75 ~ 100 mm tinggi *body*.
2. Tidak terdapat kegagalan , kerusakan dan kebocoran pada 300.000 *cycle*. Total waktu pengujian *impulse* rata-rata 83 jam 23 menit.
3. *Endurance* pada tekanan 12410 KN/m^2 selama 60 menit yaitu kondisi filter masih bagus, utuh, tidak ada kerusakan komponen maupun kebocoran oli.
4. *Burst strength* pada persyaratan batas minimum 13790 KN/m^2 dapat dilewati dengan baik. *Burst strength* filter hingga ditemukan kerusakan atau kegagalan terjadi pada rata-rata tekanan 17461,67 KN/m^2. Kerusakan atau kegagalan pada lipatan *seamless body* yang tidak kuat sehingga jebol dan terjadi kebocoran oli.

Hal ini membuktikan penipisan material yang terjadi tidak berpengaruh pada persyaratan minimum *burst strength* filter. Sehingga material *body* yang dipilih adalah sangat mampu dan layak untuk digunakan.

Kata kunci : *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA), penipisan material, *deep drawing, impulse, endurance, burst strength* filter

KATA PENGANTAR

Segala puji hanyalah milik Allah, kita memuji-Nya, memohon pertolongan serta ampunan kepada-Nya. Kita berlindung kepada Allah dari kejelekan diri-diri kita dan dari keburukan amalan-amalan kita, barang siapa diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada seorangpun yang dapat menyesatkannya, dan barang siapa yang disesatkan oleh Allah maka tidak ada seorangpun yang dapat memberi petunjuk kepadanya.

Atas segala limpahan nikmat yang Allah berikan, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Pengaruh penipisan Material Komponen Body J01-2311-0 Akibat Proses "*Deep Drawing*" Terhadap Burst Strength Filter Oli J86-30480" . Sholawat serta salam semoga selalu tercurah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, semoga kita termasuk dalam golongan umat yang selamat di akhirat kelak, Amien…

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari sepenuhnya keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis didalam menyelesaikan tugas akhir ini. Namun demikian penulis berusaha semaksimal mungkin untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan harapan penulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan dengan judul tugas ini.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR. H. Abdul Hamid , M Eng. Sebagai dosen pembimbing yang sudah banyak membantu membimbing dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

2. Bapak DR. H. Abdul Hamid , M Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak DR. H. Abdul Hamid , M Eng. Selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir
4. Seluruh Staff dan Dosen pengajar yang telah banyak memberikan ilmu yang sangat berguna bagi penulis.
5. Bapak / Ibu Orang tua ku, Kakak, serta saudara-saudara tercinta yang telah banyak memberi dorongan moril dan materiil.
6. Sahabat-sahabatku : KQ, HH, AP, dan Semua teman Pecinta Alam.
7. Teman-teman kerja di PT. PJM yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa jurusan teknik mesin.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis hanya dapat mendoakan semoga semua bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari atas segala keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangannya. Dan semoga penulisan ini dapat bermanfaat bagi diri saya pribadi dan para pembaca pada umumnya.

Jakarta, 20 April 2009

DAFTAR ISI

Halaman Judul …….. i

Lembar Pernyataan …….. ii

Lembar Pengesahan ……. iii

Abstrak ……. iv

Kata Pengantar ……. v

Daftar Isi …….. vii

Daftar Tabel ……. x

Daftar Gambar …… xi

Nomen Klatur ……... xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah …… 1

1.2 Perumusan Masalah …….. 2

1.3 Tujuan Penelitian …….. 3

1.4 Pembatasan Masalah ……. 4

1.5 Sistematika Penulisan …… 4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Filter …… 6

2.2 Jenis Filter ……. 7

2.2.1 Jenis penggunaan ……. 7

2.2.2 Berdasarkan Bentuk ……. 8

2.3 Jenis Filter Oli …….. 9

2.3.1 Berdasarkan Penggunaan ……. 9

2.3.2 Berdasarkan Media Penyaring ……. 11

2.4 Komponen filter *Spin on* dan fungsinya …… 12

2.4.1 *Body* ……. 12

2.4.2 *Seat assy* …….. 13

2.4.3 *Element ass'y* …… 14

2.4.4 *Spring* …… 17

2.4.5 *Packing* 'B' ……... 17

2.4.6 *Packing* 'A' …… 18

2.5 Jenis kegagalan mekanik filter *spin on* ……... 19

2.6 Jenis aliran fluida dalam filter *spin on* …… 19
2.7 Kekentalan (*Viscosity*) …… 23
2.8 Gaya dan tekanan dalam filter *spin on* …… 25
2.9 *Body* filter dan proses pembuatannya ……. 27
2.10 Penipisan material *body* akibat dari proses *deep drawing* 28
2.11 Tegangan dalam komponen *body* karena tekanan oil ……..... 32
2.11.1 Tegangan regang *Circumferential* ……..... 33
2.11.2 Tegangan regang *Longitudinal* ……... 34
2.12 Kemampuan mekanik pada filter *spin on* …….. 36
2.12.1 *Impulse* …… 36
2.12.2 *Endurance* …… 37
2.12.3 *Burst strength* …….. 37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram alir pengujian ……. 38
3.2 Persiapan bahan ……. 39
3.2.1 Persiapan Peralatan …….. 39
3.2.2 Persiapan komponen uji ……... 40
3.3 Pengumpulan Data …… 41
3.3.1 Data Fungsi persyaratan filter dan aplikasi filter J86-30480 …….. 41
3.3.2 Data spesifikasi material komponen *body* filter J01-2311-0 ……. 42
3.3.3 Data pengukuran tebal material dan penipisan material *body* …… 42
3.4 Pengolahan Data …… 44
3.5 Pelaksanaan pengujian …….. 44
3.5.1 Pengujian *Impulse* …… 45
3.5.2 Pengujian *Endurance* …… 46
3.5.3 Pengujian *Burst strength* …….. 47
3.6 Analisa Pembahasan Masalah …… 48

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengolahan Data Ketebalan Material *Body* …….. 49

4.2 Perhitungan Luas area Penampang *Longituinal & Circumferential* material *Body* …….. 51

4.3 Perhitungan Luas Proyeksi *Longituinal & Circumferential* Tekanan dalam *Body* ……. 53

4.4 Perhitungan Gaya Regang Material *Body* dan Gaya *burst* filter.. 55

4.5 Hasil Pengujian *Impulse* …… 56

4.6 Hasil Pengujian *Endurance dan Burst Strength* Filter ……. 57

4.7 Analisa Hasil Pengujian …… 60

4.7.1 Analisa *Impulse Test* …… 60

4.7.2 Analisa *Endurance* dan *Burst Strength Test* …… 60

4.7.3 Verifikasi Hasil Pengujian dengan Perhitungan Gaya …… 62

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan …… 65

5.2 Saran …….. 66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengukuran Sample 1..... 43
Tabel 3.2 Pengukuran Sample 2..... 44
Tabel 3.3 Pengukuran Sample 3..... 44
Tabel 4.1 Rata-rata penipisan material *body* Sample 1..... 49
Tabel 4.2 Rata-rata penipisan material *body* Sample 2..... 50
Tabel 4.3 Rata-rata penipisan material *body* Sample 3……. 50
Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Impulse* Filter *Sample* 1…….. 56
Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Impulse* Filter *Sample* 2…….. 57
Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Impulse* Filter *Sample* 3..... 57
Tabel 4.7 Hasil Pengujian *Endurance dan Burst Strength* Filter…… 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Produk Filter 6
Gambar 2.2 *Spin on* Filter 9
Gambar 2.3 *Center Bolt* Filter 9
Gambar 2.4 *Full Flow* Filter 10
Gambar 2.5 *By Pass* Filter 10
Gambar 2.6 Kombinasi *Full Flow* dan *By Pass* …….. 11
Gambar 2.7 *Surface Type* dan *Depth Type*…….. 12
Gambar 2.8 *Body* …….. 12
Gambar 2.9 *Seat* 13
Gambar 2.10 *Seat Assy* …… 14
Gambar 2.11 *Element Assy* ……. 14
Gambar 2.12 *End Plate A* …… 15
Gambar 2.13 *End Plate B* …… 16
Gambar 2.14 *Inner tube* …….. 16
Gambar 2.15 *Spring* …… 17
Gambar 2.16 *Packing B* …… 18
Gambar 2.17 *Packing* A ……... 18
Gambar 2.18 Kegagalan Filter pecah / meledak …….. 19
Gambar 2.19 Arah aliran fluida …… 20
Gambar 2.20 Aliran Laminer …… 21
Gambar 2.21 Aliran Turbulen ……... 21
Gambar 2.22 Penerusan Tekanan ……. 26
Gambar 2.23 *Balnk & Draw piece* 27
Gambar 2.24 *Circumferential* 32
Gambar 2.25 *Longitudinal* 32
Gambar 2.26 Tegangan regang *Circumferential* 33
Gambar 2.27 Tegangan regang *longitudinal* 35
Gambar 2.28 Diagram Tekanan *Impulse test* …….. 36
Gambar 3.1. Diagram alir pengujian ……..…..…… 39
Gambar 3.2 Filter uji 40
Gambar 3.3 *Body* filter 41

Gambar 3.4 Pengukuran *Body* filter 43
Grafik 4.1 Penipisan material tiap area *body* 50
Grafik 4.2 Rata-rata ketebalan material tiap area *body* 51
Gambar 4.3 Penampang material *body* 52
Gambar 4.4 Proyeksi area tekan filter 53
Grafik 4.5 *Endurance & Burst strength test* 59
Gambar 4.6 Kondisi filter setelah uji *burst strength* 59
Gambar 5.1 Kondisi Awal *seamless body* ……... 67
Gambar 5.2 Saran *seamless body* …….. 67

NOMEN KLATUR

Simbol		Satuan
a	: percepatan	m/s^2
A	: luas penampang	m^2
d	: diameter pipa / silinder body	m
f_{t1}	: tegangan regang *circumferential* dari material	N/m^2
f_{t2}	: tegangan regang *longitudinal* dari material	N/m^2
F	: Gaya	N
l	: panjang dari silinder body	m
m	: massa	kg
P	: tekanan	N/m^2
Q	: debit aliran	m^3/s
S	: jarak / panjang pipa	m
t	: waktu	s
t_b	: ketebalan dari silinder body	m
T	: temperature	ºC
v	: kecepatan aliran	m/s
V	: volume	m^3
η	: kekentalan dinamis fluida	kg/m.s
υ	: kekentalan kenematik fluida	m^2/s
ρ	: kerapatan massa jenis fluida	kg/m^3

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini perkembangan dunia industri otomotif telah maju pesat, dengan bertambahnya produk-produk yang dihasilkan, dan hal tersebut tentunya akan merambah pangsa pasar di Indonesia. Hal tersebut mendorong persaingan antar produsen industri komponen otomotif semakin ramai, dimana tidak terbatas pada harga saja yang menjadi pilihan para konsumen, tetapi juga dari segi kualitas produk.

Kemajuan industri yang semakin cepat yang ditunjang dengan mesin-mesin berteknologi tinggi menuntut perlunya dukungan suku cadang yang bermutu tinggi pula agar dapat menjaga performa mesin tetap stabil dan baik, tidak terjadi masalah atau gangguan yang disebabkan dari kerusakan salah satu suku cadang.

PT PJM sebagai salah satu produsen pembuat komponen suku cadang untuk mesin otomotif maupun *heavy duty* yaitu Filter oli, filter bahan bakar (Fuel) dan filter udara. PT PJM mengembangkan produk baru jenis filter oli *Heavy duty* dengan part nomor J86-30480, *burst pressure* 2000 psi atau 13790 KN/m^2 , untuk aplikasi mesin *Excavator* 320B *Powered by* 3116/ 3066/3306 *Engine* 1XS1-UP, 7JR1-UP, 9WS1-UP**,** yang mana PT. PJM sendiri belum pernah membuat produk dengan spesifikasi tersebut. Namun atas pertimbangan manajemen bahwa peluang pangsa pasar yang ada dan masih terbuka karena hanya didominasi oleh produk luar negeri yang relative mahal, maka PT. PJM

berusaha membuat produk kompetitor yang hampir serupa dalam hal kualitas namun dengan harga yang sedikit lebih rendah sehingga diharapkan dapat merebut pasar lokal dan tidak menutup kemungkinan hingga pasar luar negeri.

Salah satu spesifikasi dari filter J86-30480 adalah ketahanan terhadap tekanan tinggi dalam filter mencapai 2000 psi atau 13790 KN/m^2 . PT.PJM menerapkan metoda FMEA (*Faulire Mode & Effect Analysis*) yaitu metoda yang membahas kemungkinan kegagalan suatu produk ataupun proses. Untuk menahan tekanan tinggi dalam filter itu sendiri diperlukan suatu rumahan yang disebut *Body* Filter. Salah satu kegagalan dari body filter adalah kebocaran dikarenakan pecah atau retak. Maka penentuan spesifikasi komponen *body* filter harus benar-benar tepat sesuai fungsi dan nilai ekonomis. Jika terjadi kesalahan spesifikasi *body* filter perhitungan yang tidak tepat akan menimbulkan masalah jika produk yang akan diproduksi nanti dilepas ke pasar, dapat berakibat kegagalan dari fungsi produk hingga kepuasan pelanggan tidak terpenuhi.

1.2 Perumusan Masalah

Filter oli adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyaring kotoran- kotoran atau partikel – partikel kecil yang dibawa oleh aliran fluida yang dalam hal ini adalah oli. Sehingga kualitas utama dari filter adalah kemampuannya untuk menangkap partikel – partikel kecil yang disyaratkan. Untuk menangkap partikel kecil ini dilakukan oleh komponen kertas yang disebut *element paper* dari filter tersebut.

Namun masih ada kualitas lain yang harus dimiliki oleh suatu filter yaitu beberapa kemampuan mekanik meliputi :

- Kemampuan terhadap tekanan yang berulang-ulang yang memiliki besaran minimum dan maksimum yang disebut dengan *impulse test*. Tekanan ini mengidentitasikan dari pemakaian filter yang secara berulang-ulang.
- Kemampuan menahan tekanan konstan dalam rentang waktu tertentu yang disebut *Endurance.*
- Kemampuan untuk menahan tekanan maksimum yang diberikan oleh mesin disebut *Burst pressure strength.*

Untuk memperoleh kemampuan mekanik-mekanik diatas diperlukan suatu design rumahan (*Body* filter) yang kuat dari segi material dan bentuk atau model. Dalam hal ini penulis mengambil masalah pada Filter oli J8630480 komponen *housing body* J01-2311-0 Yaitu **Pengaruh penipisan material komponen *body* J01-2311-0 akibat proses "*deep drawing*" terhadap *burst strength* Filter oli J86-30480.**

Masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

Bagaimana gaya - gaya yang ditimbulkan oleh aliran fluida oli hidraulik, tekanan yang terjadi dalam filter yang berpengaruh pada kemampuan material komponen *body* filter. Sehingga dapat ditentukan spesifikasi *body* filter yang tepat.

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan perumusan masalah diatas, maka yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kemampuan dan kelayakan material komponen *body* filter J01-2311-0.

2. Dapat memberikan rumusan pada perusahaan mengenai batasan maksimal yang diijinkan terhadap penipisan material komponen *body* sebagai akibat dari proses *deep drawing*.
3. Dapat memberikan masukan dasar perhitungan pendekatan dalam perancangan penentuan tebal material komponen *body* yang tepat sesuai spesifikasi filter yang diinginkan.
4. Dapat menjadi dasar perhitungan untuk perancangan *body* filter bagi perusahaan – perusahaan filter di Indonesia.

1.4 Pembatasan Masalah

Mempertimbangkan keadaan diatas, maka dilakukan pembatasan-pembatasan sebagai berikut :

1. Analisa hanya pada komponen *body* filter, pada kemampuan mekanik tidak pada kemampuan kimiawi
2. Material komponen *body* yang digunakan adalah SECD (*Steel Electrolytic zinc-Coated for Drawing*)
3. Spesifikasi material *body* diambil dari *Mill certificate* atau Certificate of Analisys (COA) dari *supplier*.
4. Proses *deep drawing* dan *dies* pada komponen *body* tidak dibahas
5. Alat ukur telah terkalibrasi sesuai standard.
6. Peralatan uji dan mesin test dianggap baik dan bekerja normal.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini diberikan uraian bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam bab ini diuraikan mengenai teori-teori filter pada umumnya dan filter oli pada khususnya, mengenai teori aliran fluida dan mekanika fluida, yang dapat dijadikan sebagai landasan atau pedoman dalam mengolah data-data dan untuk memecahkan masalah yang terkait.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan mengenai langkah – langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah yang timbul yaitu: melakukan identifikasi masalah, menetapkan tujuan penelitian, tahap – tahap dalam pengumpulan, pengolahan data, dan pengujian.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Dalam bab ini diuraikan serta dijelaskan mengenai pengambilan data yang diperlukan, hasil pengujian dan pengamatan terhadap permasalahan, pengolahan data yang diperoleh dari perusahaan, dan pembahasannya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab penutup yang berisikan suatu kesimpulan dari hasil pembahasan yang telah dilakukan dan saran-saran yang berguna bagi perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Filter

Filter adalah suatu alat yang digunakan untuk memisahkan kotoran baik dari udara maupun cairan. Dalam dunia permesinan, filter digunakan untuk menyaring, memisahkan dan membersihkan fluida (cair / gas) dari partikel-partikel kotoran yang terdapat didalam oli, bahan bakar, dan udara sehingga menghasilkan fluida yang lebih bersih.

Mengingat hampir tidak adanya fluida yang benar-benar bersih (murni), maka akan sangat penting peranan filter untuk melakukan filterisasi pada suatu fluida tertentu. Contoh pada mesin kendaraan yang menggunakan filter pada proses penyaringan udara yang digunakan untuk pembakarannya, proses penyulingan air yang menggunakan filter untuk menyaring kotoran-kotoran yang terdapat didalam air.



Gambar 2.1 Produk Filter

2.2 Jenis Filter

Filter mempunyai beberapa jenis. Secara garis besar filter dikelompokkan menjadi 2 macam, yaitu berdasarkan :

2.2.1 Jenis penggunaan

Maksud berdasarkan penggunaan adalah pengelompokkan jenis – jenis filter berdasarkan media yang disaring. Pada kelompok ini filter masih dibedakan lagi menjadi 4 macam, yaitu:

2.2.1.1 Filter Udara

Fungsi filter udara adalah untuk menyaring udara yang dibutuhkan oleh mesin dalam rangka pembakaran yang menghasilkan tenaga penggerak.

2.2.1.2 Filter Bahan Bakar

Digunakan untuk menyaring bahan baker *(fuel)* agar semua kotoran dan air yang dibawanya tidak ikut terbawa sampai ke *fuel injection* bahan bakar tersebut. Pada umumnya untuk daerah dengan kadar kotoran dan air tinggi ditambahkan lagi filter pemisah air dari bahan bakar *(fuel water separator)*. Sesuai dengan namanya filter ini berfungsi ganda yaitu menyaring kotoran dan mencegah air untuk ikut terbawa ke sistem selanjutnya.

2.2.1.3 **Filter Oli**

Setiap mesin memakai oli sebagai pelumas bagian mesin yang bergesakan dan bergerak dan seperti pada *piston, ring piston*, *bearing* pada *conrod*, *crankshaft, turbocharger* dan *silinder liner*. Kondisi ini membuat oli cepat kotor, karenanya diperlukan alat penyaring dengan daya kemampuan saring yang tinggi untuk menjaga oli pelumas yang bersirkulasi di dalam *engine* tetap bersih.

2.2.1.4 **Filter Hidraulik**

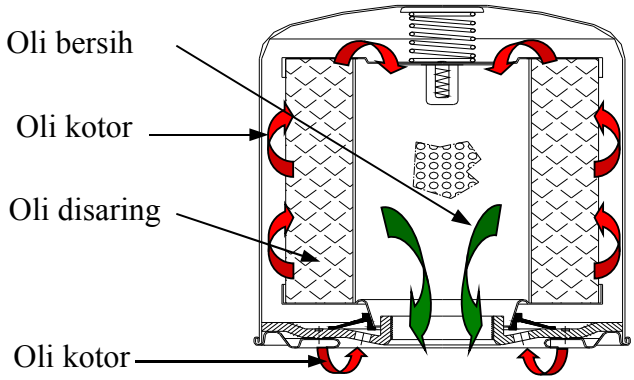
Penyebab utama dari kegagalan fungsi hidraulik adalah tingkat kotoran dari oli hidraulik tersebut. Adapun sumber kontaminan pada oli hidraulik adalah debu di udara, partikel metal akibat gesekan antara komponen, partikel-partikel dari *seal*ing, pipa pompa dan juga kotoran-kotoran dari tangki olinya.

2.2.2 **Berdasarkan Bentuk**

Berdasarkan bentuknya filter masih dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

2.2.2.1 ***Spin on* Filter**

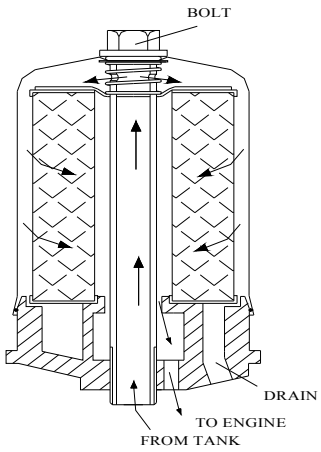
Pada model *spin on*, komponen filter hanya dapat digunakan satu kali. Karena pada model ini semua komponennya dirakit menjadi satu dan tidak bisa diganti per bagian pada saat filter itu tidak berfungsi lagi dengan baik.



Gambar 2.2 *Spin on* Filter

2.2.2.2 ***Cartridge* Filter / *Center Bolt***

Dinamakan *center bolt* karena pada tengah filter model ini terdapat *bolt* / baut berlubang untuk aliran keluar oli. Filter model ini dapat diganti salah satu komponennya *(element)* ketika filter sudah tidak bekerja dengan baik lagi.



Gambar 2.3 Center Bolt Filter

2.3 Jenis Filter Oli

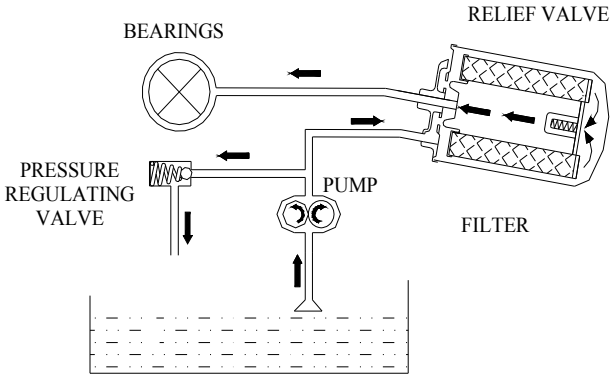
Filter oli sendiri masih dikelompokkan menjadi 2 macam yaitu :

2.3.1 Berdasarkan Penggunaan

Filter oli dibagi menjadi 3 macam :

2.3.1.1 ***Full Flow* Filter**

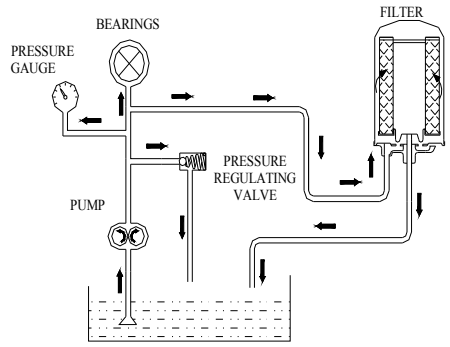
Pada filter jenis ini oli dipompa menuju bearing melalui *element* yang terdapat di dalam *spin – on* filter. Bila *element* tersumbat, *relief valve* akan terbuka, sehinga oli akan mengalir melalui *valve* ini bukan melalui *paper element* lagi.



Gambar 2.4 Full Flow Filter

2.3.1.2 ***By Pass* Filter**

Pada filter jenis ini oli dipompa lansung menuju *bearing* dan sebagian mengalir menuju ke filter untuk dilakukan proses penyaringan. Apabila *element* sudah tersumbat,maka oli langsung mengalir melalui *pressure regulating valve*.

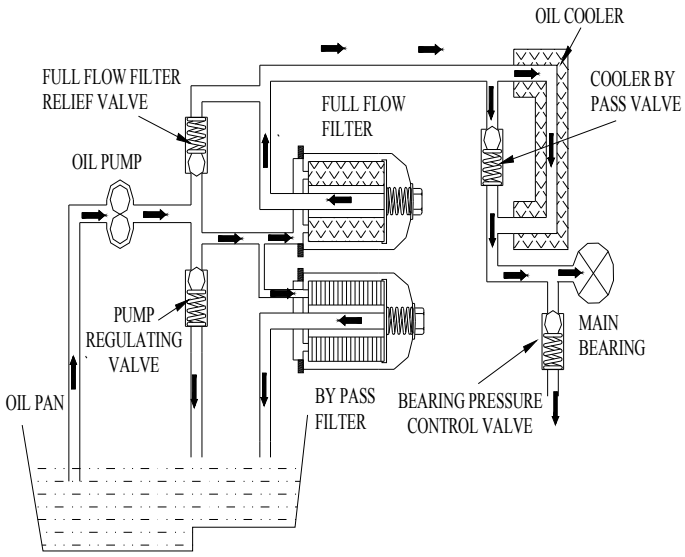


Gambar 2.5 *By Pass* Filter

2.3.1.3 Kombinasi *Full Flow* dan *By Pass*

Pada mesin yang menggunakan penyaringan oli dengan sistem kombinasi *full flow* dan *by pass* , oli dipompa menuju ke *bearing* melalui *element* pada *full flow* filter, sementara itu sebagian oli juga menuju ke by pass filter untuk dilakukan proses penyaringan.

Kelebihan dari proses ini adalah oli lebih bersih karena terdapat 2 proses penyaringan.



Gambar 2.6 Kombinasi *Full Flow* dan *By Pass*

2.3.2 Berdasarkan Media Penyaring

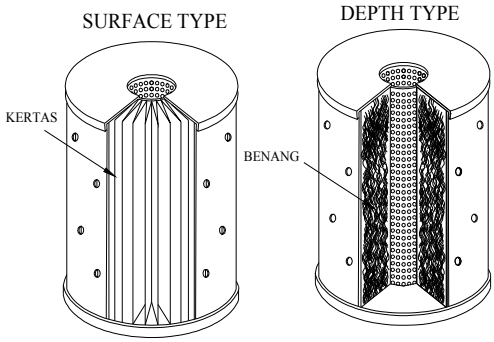
Berdasarkan media penyaringnya, oil filter dibedakan lagi menjadi 2 macam, yaitu :

2.3.2.1 *Depth Type*

Pada filter yang menggunakan jenis ini media penyaring yang digunakan berbentuk helaian – helaian benang yang dipadatkan.

2.3.2.2 ***Surface Type***

Pada filter jenis ini menggunakan jenis media penyaring kertas *element* yang berbentuk lipatan – lipatan.



Gambar 2.7 *Surface Type* dan *Depth Type*

2.4 Komponen filter *Spin on* dan fungsinya

Komponen utama yang terdapat pada sebuah *spin on* filter pada dasarnya adalah sama. Sebuah *spin on* filter biasanya terdiri dari komponen sebagai berikut :

2.4.1 Body

Body adalah tempat dimana semua komponen filter selain *seat assy* dan *packing* A berada di dalamnya.

Material : SPCD atau SEC



Gambar 2.8 *Body*

2.4.2 *Seat assy*

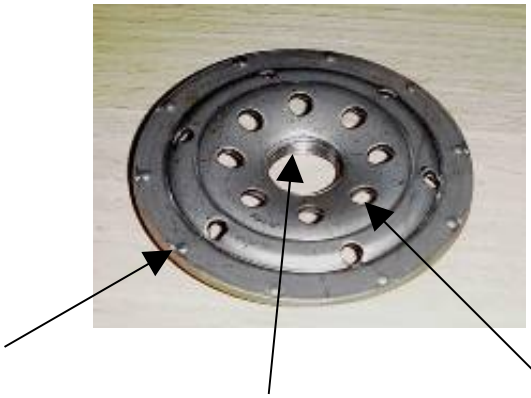
Seat assy adalah komponen yang berfungsi sebagai penutup dari *spin on* filter. Selain itu juga berfungsi sebagai dudukan filter pada *mounting* mesin.

Seat Assy terdiri dari 2 komponen utama yaitu :

2.4.2.1 Seat

Pada *seat* terdapat lubang – lubang kecil yang berfungsi sebagai tempat masuknya oli kotor ke filter , selain itu juga terdapat lubang yang berulir yang berfungsi sebagai saluran oli yang telah disaring menuju ke mesin. Selain itu juga terdapat titik – titik *emboss* yang membantu proses pelekatan *seat* ke *elco*.

Material yang digunakan : SPHD dan Aluminium

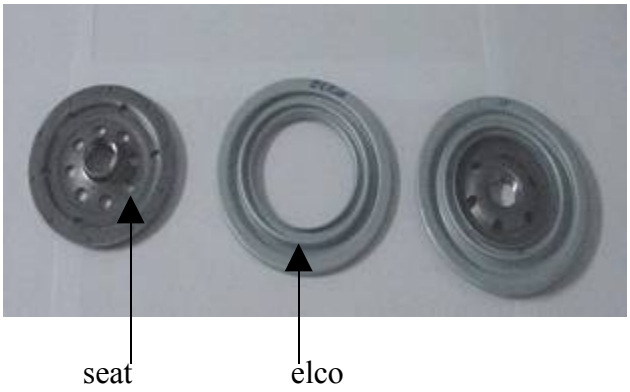


Gambar 2.9 *Seat*

2.4.2.2 *Element Cover (Elco)*

Elco adalah komponen yang berfungsi menggabungkan komponen *seat* dengan *body*. *Elco* juga berfungsi sebagai tempat dudukan dari *packing* A.

Material : SECD , SPCD , SAID



Gambar 2.10 *Seat Assy*

2.4.3 ***Element ass'y***

Baik buruknya sebuah filter 80 % bergantung pada *element assy*, karena seberapa bersih kotoran yang tersaring umumnya tergantung di sini.



Gambar 2.11 Element Assy

Element assy ini terdiri dari beberapa sub komponen yaitu :

2.4.3.1 ***Paper Element***

Paper element inilah yang melakukan proses penyaringan dalam sebuah filter. Material yang biasa digunakan pada *paper element* ini adalah kertas dengan pori-pori *(bubble pore size*) sangat kecil.

Maksimum *pore size* untuk oil filter 80 – 100 μm, rata-rata *pore size* 62 - 90μm. Untuk fuel filter, maksimum *pore size* 40 – 56 μm, rata-rata *pore size* 30 – 52 μm. Namun ada beberapa komponen yang tidak menggunakan kertas sebagai media penyaringnya, tetapi menggunakan benang –benang yang dibuat cukup padat. Tetapi pemakaian material benang ini mempunyai kelemahan karena helaian benang dapat lepas terbawa oli dan masuk ke mesin.

2.4.3.2 ***End Plate* A**

End plate terletak pada bagian bawah dari *element assy* dan fungsinya sebagai tempat perekat *element* bagian bawah dan sebagai tempat dudukan *packing* B (*Anti Drain Back*).

Material yang biasa digunakan adalah :

SPC *(Steel Plate Cold Roll*)

SPH *(Steel Plate Hot Roll*)

SEG *(Steel Plate Electro Galvanized*)



Gambar 2.12 End Plate A

2.4.3.3 ***End Plate* B**

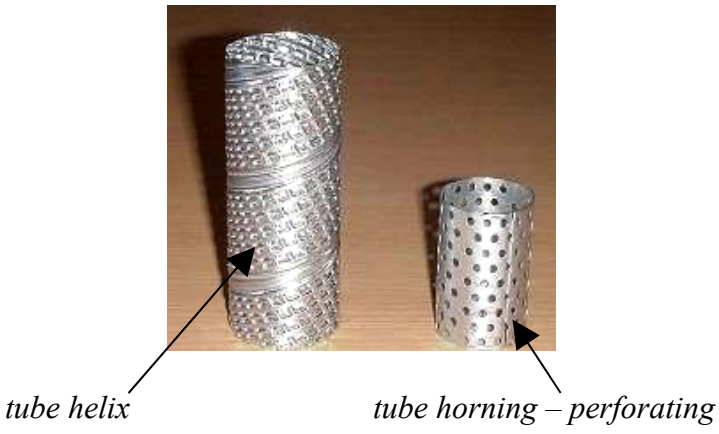
End plate B terletak pada bagian atas dari *element assy*. Fungsi daripada komponen ini sebagai tempat perekat elemen bagian atas. Selain itu *End Plate* B Assy mempunyai fungsi khusus yaitu sebagai jalan masuknya oli yang sudah tidak mampu disaring lagi oleh paper *element*.



Gambar 2.13 End Plate B

2.4.3.4 ***Inner Tube***

Inner tube adalah pipa yang berada di tengah *element* assy di mana pada permukaan pipa tersebut terdapat banyak lubang sebagai jalan masuknya oli setelah melalui proses penyaringan oleh paper *element*. Selain itu fungsi dari inner tube adalah sebagai penguat dari *paper element*.



Gambar 2.14 Inner tube

2.4.4 Spring

Spring adalah pegas yang berfungsi menekan *element assy* terhadap *seat assy* dan *body*. Dengan adanya *spring* ini, maka kedudukan *element assy* di dalam filter menjadi kuat sehingga pada saat proses penyaringan berlangsung, *element assy* ini tidak berubah posisinya.



Gambar 2.15 *Spring*

2.4.5 *Packing* 'B'

Packing B ini berfungsi mencegah kebocoran didalam filter yaitu untuk menghindari tercampurnya oli yang masih kotor atau belum tersaring dengan oli yang sudah tersaring/bersih. Selain itu ada juga type *packing* B yang lain dengan fungsi tambahan yaitu menahan oli yang berada di dalam filter supaya tidak turun kembali (alir balik) pada saat mesin tidak dijalankan. Hal ini untuk menghindari kekosongan oli di dalam filter. Prinsip kerja dari *packing* B " hanya akan terbuka pada satu arah". Pada saat ada aliran oli masuk ke dalam filter, *packing* B akan terbuka sehingga oli dapat mengalir masuk ke dalam filter. Pada saat mesin berhenti oli tidak dapat mengalir turun kembali karena *packing* B akan menutup lubang sehingga oli tetap berada di dalam filter.

Material : silicon / NBR



Gambar 2.16 Packing B

2.4.6 ***Packing* 'A'**

Packing A terletak pada *elco* dan berfungsi mencegah kebocoran pada pertemuan seat assy dengan *mounting* mesin.

Material : silicon / NBR.

Packing A mempunyai beberapa bentuk yaitu :

-*Round*

-*Half Round*

-*Half Round with lip*

-*Half Round with angle*

-*Square*



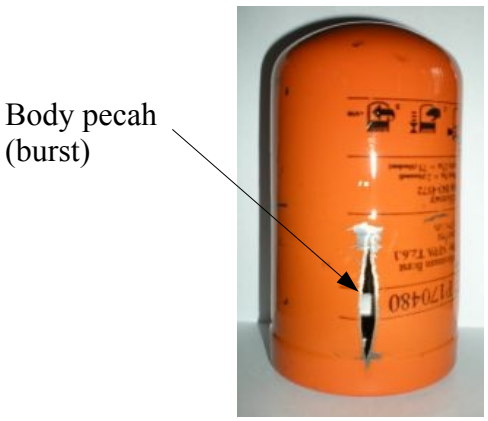


Gambar 2.17 *Packing* A

2.5 Jenis kegagalan mekanik filter *spin on*

Dibawah ini adalah hal-hal kegagalan fungsi mekanik dari filter *spin on* diantaranya :

- Bocor pada saat pemakaian dikarenakan *seal rubber* (*packing*) tidak berfungsi dengan baik
- Bocor pada saat pemakaian dikarenakan timbulnya retak (*crack*) pada *seaming* dan retak pada komponen *body* filter
- Filter meledak atau pecah pada saat pemakaian dikarenakan penipisan material *body* filter yang terlalu besar sehingga tidak kuat menahan tekanan kerja dari filter tersebut.



Gambar 2.18 Kegagalan Filter pecah / meledak

2.6 Jenis aliran fluida dalam filter *spin on*

Aliran fluida

Menurut buku *hydraulic trainer* jika fluida mengalir dalam pipa yang diameternya berubah, volume yang sama akan mengalir dalam waktu yang sama tetapi kecepatan volume aliran berubah.

$Q = V / t$

$V = A . S$

$$Q = \frac{A . S}{t}$$

Q : debit aliran (m^3/s)

V : *volume* (m^3)

t : waktu (s)

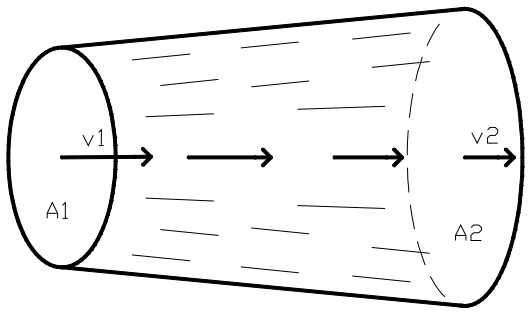
A : luas penampang (m^2)

S : jarak / panjang pipa (m)

Jika S per satuan t = kecepatan aliran (v)

$v = S / t$ --- (m/s)

sehingga **$Q = A . v$**



Gambar 2.19 Arah aliran fluida

Persamaan kontinuitas : $Q1 = Q2$

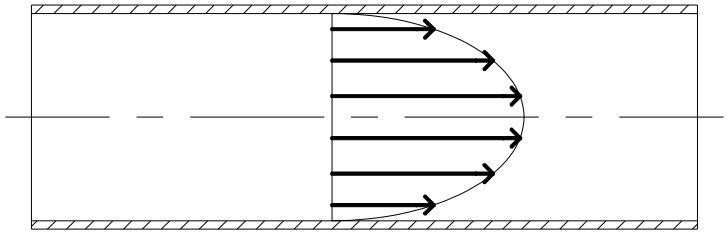
Sehingga : **$A1 . v1 = A2 . v2$**

Pada sebuah inti hidraulik energi tekanan (tekanan statis) adalah factor yang paling penting karena tinggi zat cair dan kecepatan aliran sangat rendah.

Lintasan yang ditempuh oleh suatu partikel dalam fluida yang mengalir disebut *garis alir* (*flow line*), terdiri dari :

- Aliran laminar (*laminar flow*)

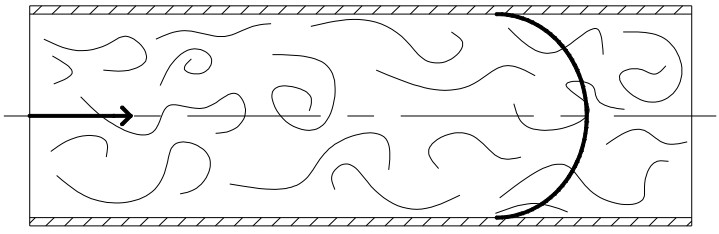
  Dalam aliran laminar masing-masing partikel fluida sampai kecepatan tertentu bergerak dalam lapisan yang seragam dan hampir tidak saling mengganggu.



Gambar 2.20 Aliran Laminer

- Garis alir turbulen atau aliran berputar

  Jika kecepatan aliran berubah sedangkan diameter pipa sama, maka pada kecepatan tertentu (kecepatan kritis) perilaku aliran berubah. Aliran menjadi berolak dan turbulen. Masing-masing partikel bergerak tidak teratur pada satu arah, tetapi saling mempengaruhi satu sama lain dan saling merintangi.



Gambar 2.21 Aliran Turbulen

Akibat dari timbulnya aliran turbulen maka hambatan aliran hidraulik bertambah, oleh karena itu aliran turbulen tidak diinginkan pada unit-unit hidraulik, kalaupun terjadi diusahakan sekecil mungkin.

Bilangan Reynold (Re)

Menurut penjelasan dari Ir. S Soedradjat, Osborne Reynolds berpendapat bahwa tipe aliran tergantung dari kecepatan, kerapatan dan kekentalan dari cairan, ukuran dari tempat mengalirnya, dan tergantung dari angka Reynolds.

Bilangan Reynold (Re) merupakan bilangan tetap yang menjadi batas terjadinya turbulensi pada aliran fluida. Bilangan Re dapat diperoleh dari persamaan :

$$Re = \frac{\rho v d}{\upsilon}$$

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

v = kecepatan aliran (m/s)

d = diameter pipa (m)

υ = kekentalan kenematik fluida (m^2/s)

Dari hasil percobaan yang dilakukan Reynolds didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Jika Re $\leq$ 2000 , maka aliran arus tersebut digolongkan aliran laminar.
2. Jika Re > 4000 , maka aliran tersebut digolongkan aliran turbulen

3. Jika Re antara 2000 ~ 4000 , maka aliran tersebut dalam keadaan transisis atau kritis

Menurut buku hidraulik trainer, Re kritis = 2300 dimana nilai ini berlaku untuk pipa bundar, halus (dari segi teknik) dan lurus. Karena aliran ini juga dipengaruhi oleh tinggkat kekasaran permukaan yang dilaluinya maka diperkirakan range transisi dalam pipa $2000 < Re < 4000$

Pada Re kritis bentuk aliran berubah dari laminar ke turbulen dan sebaliknya. Dari penjelasan diatas didapat kesimpulan sebagai berikut :

- Aliran Laminer $Re < Re$ kritis
- Aliran Turbulen $Re > Re$ kritis

2.7 Kekentalan (*Viscosity*)

Menurut Ir. S Soedradjat, kekentalan ialah suatu sifat cairan yang dapat menahan gaya-gaya geser. Benda atau zat cair yang dalam keadaan diam tidak menahan gaya geser tetapi bila benda cair itu mengalir maka gaya geser akan bekerja diantara lapisan-lapisan cairan itu dan menyebabkan kecepatan yang berbeda-beda dari lapisan-lapisan cairan.

Bila kekentalan terlalu tinggi maka didapat kerugian diantaranya :

- Perlawanan terhadap sifat mengalir menjadi tinggi yang dapat menyebabkan kerja mesin menjadi berat sehingga tenaga yang dihasilkan akan berkurang.
- Konsumsi tenaga menjadi besar dalam kaitan dengan kerugian tentang gesekan.

- Tekanan kerja yang dibutuhkan tinggi.
- Temperatur yang ditimbulkan akibat kerja mesin menjadi tinggi yang disebabkan oleh gesekan karena sebagian dari energi berubah dalam bentuk energi panas.

Tapi bila kekentalan terlalu rendah dapat pula menimbulkan kerugian diantaranya :

- Kerugian terjadinya bocor karena sifat *seal* fluida sangat rendah.
- Dapat menyebabkan terjadinya keausan dini pada komponen yang saling bergesekan dalam kaitannya sebagai film atau pemisah antara kedua komponen tersebut.

Dalam teori viskositas dikenal 2 macam kekentalan (*viscocity*) yaitu :

1. Kekentalan Dinamis

   Adalah gaya gesek per satuan luas yang dibutuhkan untuk menggeser lapisan zat cair dengan satu satuan kecepatan terhadap lapisan yang berlekatan didalam zat cair itu atau suatu konstanta bahan yang merupakan fungsi tekanan dan temperatur.

   $$\eta = f\,(p, T)$$

   dimana, η : kekentalan dinamis (kg/m.s)

   f : koefisian friksi

   p : tekanan (N/m^2)

   T : temperature (ºC)

2. Kekentalan kinematis

   Adalah kekentalan dinamis dibagi dengan kerapatan massa.

$$\upsilon = \eta / \rho$$

dimana, υ : kekentalan kenematis (m^2/s)

η : kekentalan dinamis (kg/m.s)

ρ : kerapatan massa (kg/m^3)

Kekentalan berkurang apabila suhu dinaikkan, hal ini merupakan kebalikan dari sifat gas. Karenanya untuk setiap fluida biasanya ditentukan nilai temperaturnya.

Rumus poiseville : $\eta = \eta_o (1/ 1+ aT + bT^2)$

Dimana, η : kekentalan pada T ºC

η_o : kekentalan pada 0 ºC

a dan b : konstanta

2.8 Gaya dan tekanan dalam filter *spin on*

Hukum kedua Newton

Ketika sebuah partikel fluida bergerak dari suatu tempat ke tempat lain, partikel tersebut biasanya mengalami suatu percepatan atau perlambatan. Menurut hokum kedua Newton tentang gerak, gaya netto yang bekerja pada partikel yang ditinjau harus sama dengan massa dikalikan percepatannya,

$$\boxed{F = m . a}$$

F = Gaya (N)

m= massa (kg)

a = percepatan (m/s^2)

Tekanan

Tekanan adalah gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu bidang per satuan luas bidang.

$$P = \frac{F}{A}$$

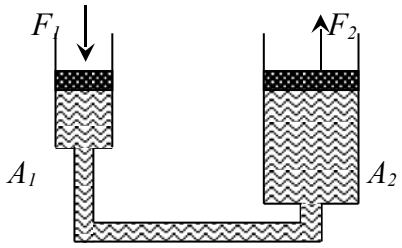
F = gaya tekan (N)

A = luas bidang (m^2)

P = tekanan (N/m^2)

Hukum Pascal (Blaise Pascal)

Tekanan yang diberikan kepada fluida didalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah.



Gambar 2.22 Penerusan Tekanan

Perhatikan Gambar 2.18 di atas jika pengisap kecil dengan luas penampang A_1 diberi gaya input F_1. Maka pada pengisap besar (A_2) akan di hasilkan gaya angkat (gaya output) F_2. Sesuai dengan hukum Pascal :

$$P_1 = P_2$$
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

F_1, F_2 = gaya input dan gaya output (N)

A_1, A_2 = luas penampang pengisap (m^2)

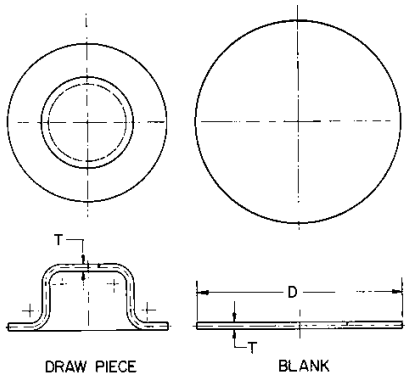
2.9 *Body* filter dan proses pembuatannya

Body adalah salah satu komponen filter tipe *spin on* berperan sebagai rumahan yang fungsinya melindungi komponen-komponen lain yang berada didalamnya yang bekerja melakukan penyaringan fluida.

Body filter dibuat dengan proses *deep drawing*

Deep Drawing atau biasa disebut *drawing* adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana bentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu, sedangkan defiisi menurut P.CO Sharma seorang professor production technology *drawing* adalah Proses *drawing* adalah proses pembentukan logam dari lembaran logam ke dalam bentuk tabung (*hallow shape*).

Proses *drawing* dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat di tekan oleh *punch*, sedangkan produk dari hasil proses *drawing* disebut dengan *draw piece*



Gambar 2.23 *Balnk & Draw piece*

Pengertian dari *sheet metal* adalah lembaran logam dengan ketebalan maksimal 6 mm, lembaran logam (*sheet* metal) di pasaran dijual dalam bentuk lembaran dan gulungan. Terdapat berbegai tipe dari lembaran logam yang digunakan, pemilihan dari jenis lembaran tersebut tergantung dari :

Strain rate yang diperlukan

Benda yang akan dibuat

Material yang diingginkan

Ketebalan benda yang akan dibuat

Kedalaman benda

Pada umumnya berbebagai jenis material logam dalam bentuk lembaran dapat digunakan untuk proses *drawing* seperti stainless stell, alumunium, tembaga, perak, emas, baja, maupun titanium. Namun untuk pembuatan *body* filter biasanya memakai material baja SECD (*Steel Electrolisation Coating for Drawing*) dan SPCD (*Steel Plate Cold-rolled Drawing*)

2.10 Penipisan material *body* akibat dari proses *deep drawing*

Penipisan material sebagai hasil dari proses *deep drawing* dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya :

- **Material**

  Material yang digunakan harus memiliki sifat sifat sebagai berikut :

  - *Drawability*

    Drawability adalah kemampuan bahan untuk dilakukan proses *drawing*, sedangkan nilainya ditentukan oleh *Limiting drawing*

ratio (β_{maks}), batas maksimum β_{maks} adalah batas dimana bila material mengalami proses penarikan dan melebihi nilai limit akan terjadi cacat sobek (*craking*).

- Keuletan logam

  Semakin ulet lembaran logam *blank* semakin besar kemampuan *blank* untuk dibentuk ke dalam bentuk yang beranekaragam dan tidak mudah terjadi sobek pada saat proses penekanan, keuletan logam yang kecil mengakibatkan *blank* mudah sobek

- Tegangan Maksimum material

  Material *blank* yang mempunyai tegangan maksimum besar mempunyai kekuatan menahan tegangan yang lebih besar sehingga produk tidak mudah mengalami cacat, material dengan tegangan maksimum kecil mudah cacat seperti sobek dan berkerut.

- Ketebalan *Blank*

  Ketebalan blank mempengaruhi besar dari gaya penekanan yang dibutuhkan, semakin tebal *blank* akan dibutuhkan gaya penekanan yang besar sebaliknya bila *blank* semakin tipis maka dibutuhkan gaya yang kecil untuk menekan *blank*.

- *Strain Ratio*

  Strain ratio adalah ketahanan lembaran logam untuk mengalami peregangan, bila lembaran memiliki perbandingan regangan

yang tinggi maka kemungkinan terjadinya sobekan akan lebih kecil.

- **Desain *Dies Drawing***

Pembuatan dies harus memperhatikan beberapa faktor desainnya diantaranya :

- Kelonggaran

  Kelonggoran atau *cleaerence* adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *drawing* berlangsung. Untuk memudahkan gerakan lembaran logam pada waktu proses *drawing*, maka besar *clearence* tersebut 7 % - 20 % lebih besar dari tebal lembaran logam, bila celah *die* terlalu kecil atau kurang dari tebal lembaran logam, lembaran logam dapat mengalami penipisan (*ironing)* dan bila besar *clearence* melebihi toleransi 20 % dapat mengakibatkan terjadinya kerutan.

- Radius *Punch* dan *die*

  Radius *punch* disesuaikan dengan besarnya radius *die*, radius *punch* yang tajam akan memperbesar gaya bending yang dibutuhkan untuk proses *drawing*. Radius *die* disesuaikan dengan produk yang pada nantinya akan dihasilkan, radius *die* berpengaruh terhadap gaya pembentukan, bila besarnya radius *die* mendekati besarnya tebal lembaran logam maka gaya bending yang terjadi semakin kecil sebaliknya apabila besarnya

radius *die* semakin meningkat maka gaya bending yang terjadi semakin besar.

- Kekasaran Permukaan *Blank*

  Kekasaran permukaan *blank* mempengaruhi besarnya gesekan yang terjadi, semakin kasar permukaan *blank* maka gesekan yang terjadi juga semakin besar. Hal ini disebabkan kofisien gesek yang terjadi semakin besar seiring dengan peningkatan kekasaran permukaan.

- Kekasaran Permukaan *punch*, *die* dan *blank holder*

  Seperti halnya permukaan *blank* semakin kasar permukaan *punch*, die dan *blank* holder koefisien gesek yang dihasilkan semakin besar sehingga gesekan yang terjadi juga semakin besar. Gesekan ini dapat mengakibatkan cacat dan penipisan tebal material yang terlalu besar pada *draw piece*.

- Pelumasan

  proses pelumasan adalah salah satu cara mengontrol kondisi lapisan tribologi pada proses *drawing*, dengan pelumasan diharapkan mampu menurunkan koefisien gesek permukaan material yang bersinggungan.

- Kecepatan *Drawing*

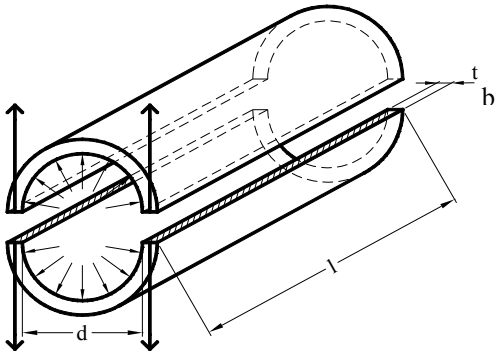
  Die drawing jenis *punch* berada diatas dengan *nest* dapat diberi kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *die* yang menggunakan *blank holder,* kecepatan yang tidak sesuai dapat

menyebabkan retak bahkan sobek pada material, masing – masing jenis material mempunyai karateristik berbeda sehingga kecepatan maksimal masing – masing material juga berbeda.

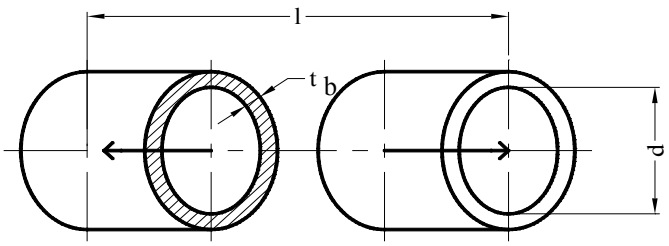
2.11 Tegangan dalam komponen *body* karena tekanan oil

Analisa dari tegangan-tegangan dalam silinder *body* dibuat dengan asumsi sebagai berikut :

- Pengaruh bentuk lekukan dari dinding *body* diabaikan
- Tegangan tarik terdistribusikan secara merata pada seluruh bagian dinding *body*
- Pengaruh dari tindakan penahanan pada ujung kepala filter diabaikan



Gambar 2.24 *Circumferential*



Gambar 2.25 *Longitudinal*

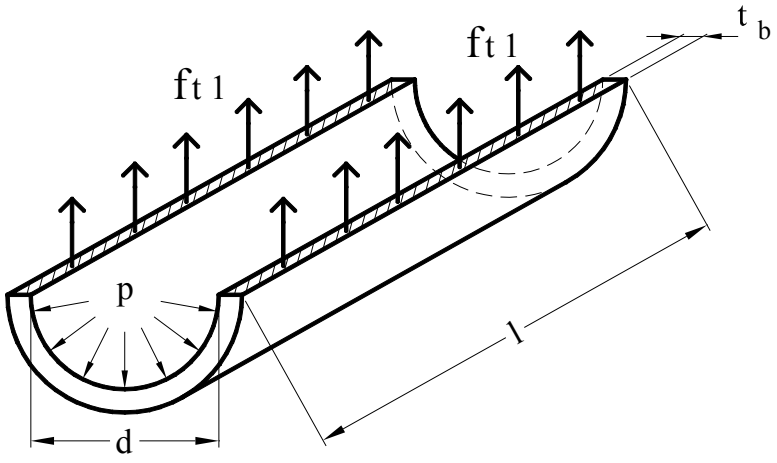
Bilamana silinder *body* diberi tekanan dari dalam, keadaan ini tentu seperti halnya merobek keluar dari silinder *body* memisahkan menjadi dua bagian dinding keliling lingkaran silender *body Circumferentially* (lihat Gambar 2.24) atau memotong membujur membelah menjadi dua silinder *Longitudinally* (lihat Gambar 2.25).

Dengan demikian dinding silinder *body* memiliki dua tipe tegangan regang :

- Tegangan regang *Circumferential*
- Tegangan regang *Longitudinal*

2.11.1 Tegangan regang *Circumferential*

Aksi tegangan regang dengan arah menyinggung keliling silinder disebut tegangan regang *circumferential*. Dengan kata lain yaitu tegangan regang pada potongan *longitudinal* atau searah sumbu silinder *body* filter.



Gambar 2.26 Tegangan regang *Circumferential*

p = Tekanan (N/m^2)

d = Diameter silinder *body* (m)

l = Panjang dari silinder *body* (m)

t_b = Ketebalan dari silinder *body* (m)

f_{t1} = tegangan regang *circumferential* dari material silinder (N/m^2)

Sehingga total gaya yang bekerja pada potongan *longitudinal* adalah tekanan dikalikan proyeksi area.

F1 = p x d x *l*

Dan total gaya tahan pada dinding silinder adalah :

$F2 = f_{t1} \times 2\, t_b\, l$

Sehingga persamaan

$f_{t1} \times 2\, t_b\, l = p \times d \times l$

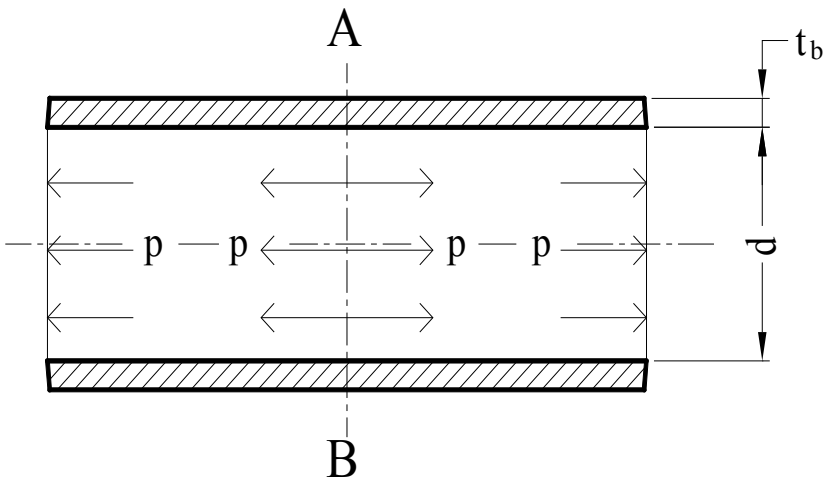
$f_{t1} = p\, d / 2\, t_b$

$$t_b = \frac{p\, d}{2\, f_{t1}}$$

2.11.2 Tegangan regang *Longitudinal*

Dalam silinder tertutup, tegangan regang yang searah dengan sumbu silinder disebut tegangan regang *longitudinal*. Dengan kata lain tegangan ini bekerja pada potongan *circumferential* AB ditunjukkan dalam Gambar 2.27

f_{t2} = tegangan regang *longitudinal* dari material silinder (N/m^2)



Gambar 2.27 Tegangan regang *longitudinal*

Dalam hal ini, total gaya yang bekerja pada potongan melintang A-B adalah tekanan dikalikan area potongan melintang

$F1 = p \times \pi d^2 / 4$

Dan total gaya tahan adalah :

$F2 = f_{t2} \times \pi d t_b$

Sehinggan persamaan menjadi

$f_{t2} \times \pi d t_b = p \times \pi d^2 / 4$

$f_{t2} = p.d / 4 t_b$

$$t_b = \frac{p.d}{4 f_{t2}}$$

Dapat disimpulan bahwa tegangan regang *longitudinal* adalah setengah dari tegangan regang *circumferential*. Sehingga desain silinder *body* filter harus didasarkan pada tegangan maksimal *circumferential*.

2.12 Kemampuan mekanik pada filter *spin on*

2.12.1 Impulse

Adalah kemampuan / ketahanan filter terhadap pemakaian yang berulang-ulang. Untuk mengetahui kemampuan ini dilakukan dengan pengujian yaitu memberikan tekanan oli secara berulang-ulang yang memiliki besaran minimum dan maksimum dengan kecepatan frekuensi tertentu hingga mencapai batasan minimum waktu (cycle) yang disyaratkan.

Berdasarkan SAE $HS806_{2001}$ standar proses pengujian adalah sebagai berikut :

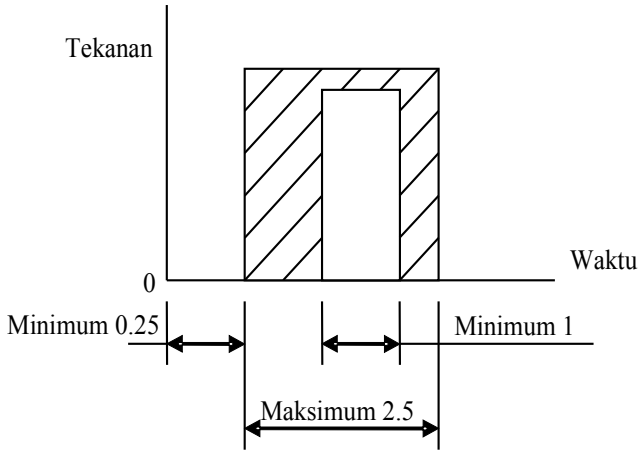
Media oli : SAE J1260 dengan temperatur 50ºC ~ 90ºC

Tekanan : 0 ~ 690 KN/m^2 (0 ~ 690 kPa).

Kecepatan : 30 ~ 60 *cycle* per menit (cpm)

Jumlah *cycle* : 50.000 *cycle*.

Terkecuali untuk spesifikasi yang lain tekanan pengujian harus berada dalam area diagram berikut



Gambar 2.28 Diagram Tekanan *Impulse test*

Sedangkan standar proses pengujian yang dilakukan di PT. PJM adalah :

Media oli : SAE 30 dengan temperatur 100 ±5 ºC

Tekanan : 0 ~ 5516 KN/m^2 (0 ~ 5516 kPa)

Kecepatan : 60 cycle per menit (cpm)

Jumlah Cycle : 300.000 cycle.

2.12.2 Endurance

Adalah kemampuan / ketahanan filter menahan tekanan dengan besaran konstan dalam rentang waktu tertentu. Standar pengujian dengan memberikan tekanan konstan 1568 KN/m^2 dan ditahan selama 60 menit (1 jam). Atau jika sudah diketahui *burst pressure* yang diharapkan maka tekanan untuk pengujian *endurance* diambil 90% dari *burst pressure*

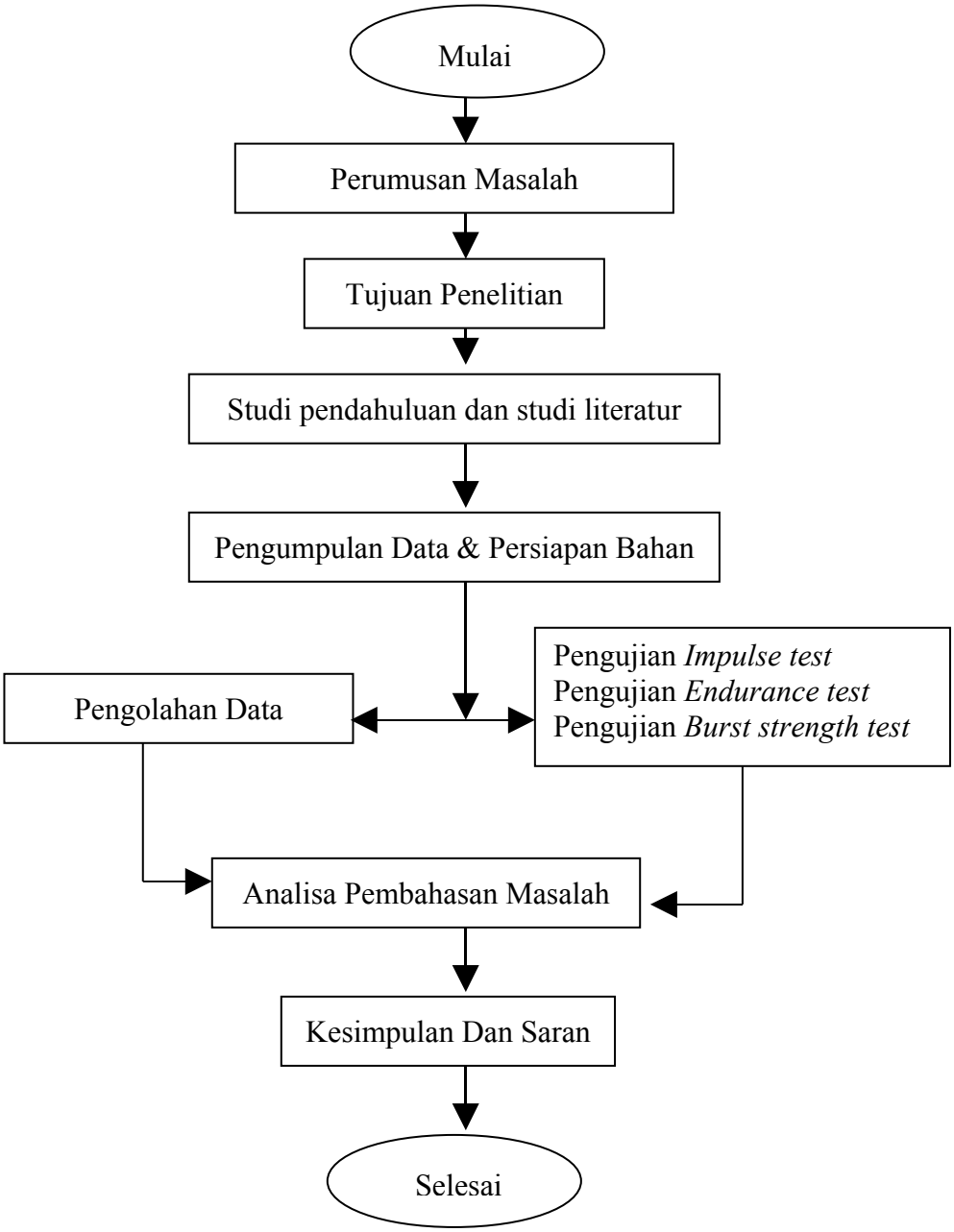
2.12.3 Burst strength

Adalah seberapa besar batas kemampuan filter untuk menahan tekanan maksimum yang diberikan oleh mesin. Standar pengujiannya yaitu sampai terjadi kerusakan atau kebocoran oli pada filter tersebut. Jika sudah diketahui *burst pressure* yang diharapkan maka pengujian diawali dengan tekanan 50% dari *burst pressure* kemudian tekanan ditambah secara bertahap maksimal penambahan yaitu 100 KN/m^2 dan disetiap interval penambahan tekanan ditahan selama 60 detik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Pengujian



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengujian

Diagram alir pengujian harus merupakan suatu kesatuan yang utuh menuju pada satu tujuan, yaitu memberikan jawaban atas perumusan masalah.

Untuk dapat melakukan penelitian dengan baik dan untuk memudahkan analisa data, perlu disusun diagram alir pengujian yang berisi tentang urutan langkah-langkah kagiatan penelitian, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai dengan penyelesaian.

3.2 Persiapan bahan

Sebelum melakukan penelitian yang sebenarnya maka persiapan bahan meliputi peralatan dan komponen uji perlu dilakukan karena merupakan dasar untuk memudahkan proses penelitian.

3.2.1 Persiapan Peralatan

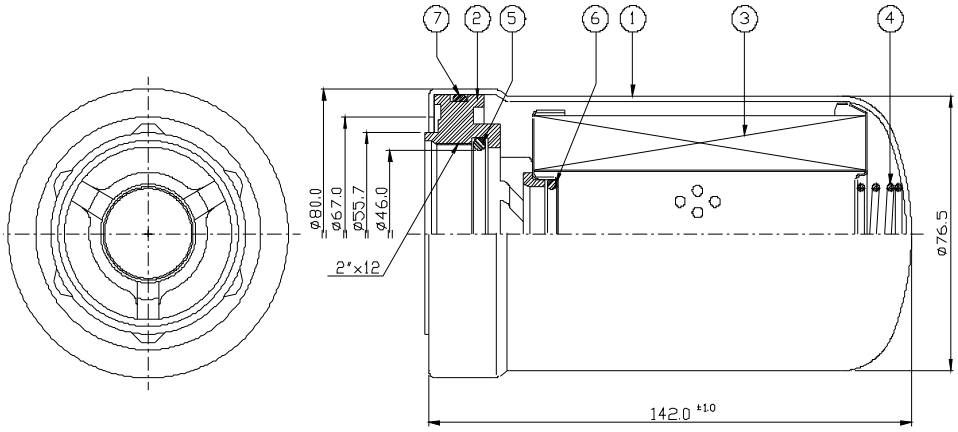
Melakukan persiapan-persiapan dan penyediaan peralatan yang diperlukan dalam penelitian antara lain :

- Alat-alat tulis
- Lembar pengamatan
- Alat ukur *micro meter thickness*

- Jam henti *(stop watch)*
- Mesin gerinda potong
- Mesin *Impulse test*
- Mesin *Burst strength test*

3.2.2 Persiapan komponen uji

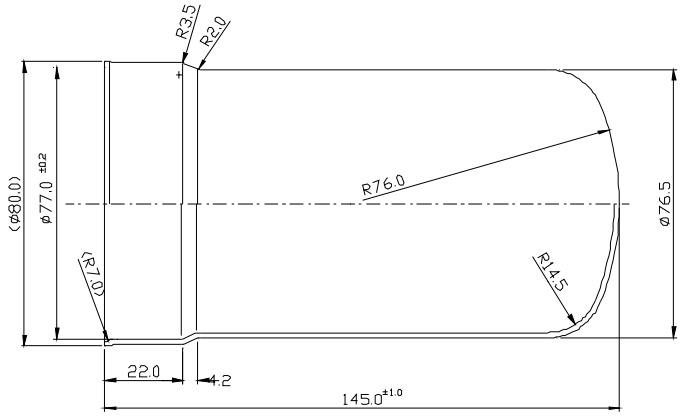
Persiapan komponen uji sangat penting dalam memenuhi suatu pengujian dan ini merupakan tahapan dari pelaksanaan pengujian. Pada tahap ini disiapkan jenis filter dan komponen filter yang akan dilakukan pengujian.



Gambar 3.2 Filter uji

Keterangan :

1. *Body* filter
2. *Seat*
3. *Element assy*
4. *Spring*
5. *Packing A*
6. *Packing B*
7. *Packing C*



Gambar 3.3 *Body* filter

3.3 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari lapangan, dan pencatatan langsung dari percobaan atau pengukuran

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

3.3.1 Data Fungsi persyaratan filter dan aplikasi filter J86-30480

Berdasarkan dari Donaldson *Catalog Hydraulic* Filter*s* tahun 2003-2004 Filter J86-30480 termasuk dalam kategori *Highest pressure spin-on* filter*s* seri HMK03 aplikasi mesin excavator 320B dan diperoleh data-data sebagai berikut :

- Tekanan kerja filter : 6895 KN/m^2
- *Static Burst pressure* : 13790 KN/m^2 (minimum)
- Debit aliran : 1.583 x10^{-3} m^3/s

- Temperatur kerja : -29 ºC ~ 121 ºC
- *Housing fatigue strength* : 0 ~ 5516 KN/m^2 Selama 300.000 *cycles*

3.3.2. Data spesifikasi material komponen *body* filter J01-2311-0

Spesifikasi material yang digunakan yaitu : SECD (*Steel Electrolytic zinc-Coated for Drawing*) dengan ketebalan bahan 1.6 mm . Berdasarkan JIS G 3313 th 1998 disyaratkan Tegangan tarik (σ_B) minimum : 275 N/mm^2 . Sedangkan dari data *Mill test Certificate* atau COA (*Certificate of Analysis*) dari supplier diperoleh data tegangan tarik rata-rata : 335.5 N/mm^2 (lihat lampiran). Tegangan regangnya adalah 0.8 x (σ_B) tegangan tarik (Moerbani J,1990 *Deep drawing* hal:19) yaitu = 268.4 N/mm^2

3.3.3. Data pengukuran tebal material dan penipisan material *body*

Data diperoleh pada pengukuran langsung, dengan menggunakan metode sampling secara acak dengan mengambil *sample body* sebanyak 3 buah, alat ukur yang digunakan adalah *micro meter thickness* dengan skala ketelitian 0.001 mm. Proses pengambilan data : Bahan material uji komponen *body* masing-masing dibelah menjadi dua bagian A dan B, area pengukuran dibagi dalam 6 area pengukuran dari tinggi *body* dan disetiap area dilakukan 3 kali pengukuran.

Area I : 0 ~ 20 mm tinggi *body*

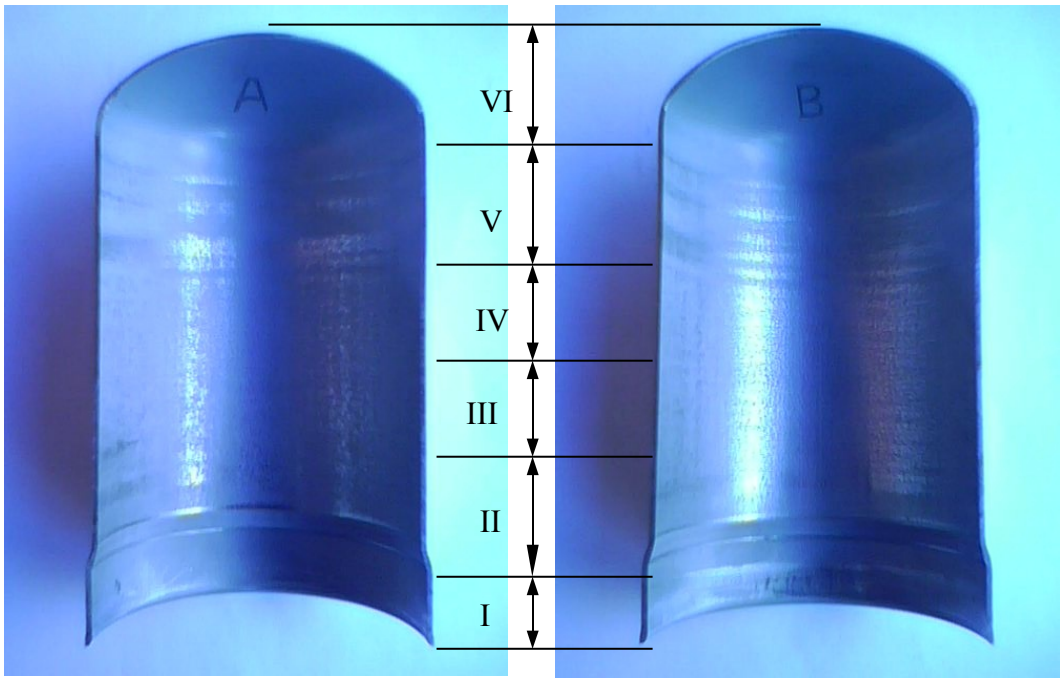
Area II : 20 ~ 50 mm tinggi *body*

Area III : 50 ~ 75 mm tinggi *body*

Area IV : 75 ~ 100 mm tinggi *body*

Area V : 100 ~ 125 mm tinggi *body*

Area VI : 125 ~ 145 mm tinggi *body*



Gambar 3.4 Pengukuran *Body* filter

Data hasil pengukuran tebal material *body* :

Tabel 3.1 Pengukuran Sample 1

Bagian / Area	A1			B1		
	1	2	3	1	2	3
I	1,476	1,475	1,359	1,471	1,410	1,329
II	1,312	1,388	1,263	1,320	1,301	1,320
III	1,352	1,333	1,308	1,311	1,298	1,295
IV	1,273	1,281	1,262	1,232	1,282	1,256
V	1,237	1,322	1,331	1,295	1,320	1,298
VI	1,428	1,410	1,445	1,446	1,421	1,441

Tabel 3.2 Pengukuran Sample 2

Bagian / Area	A2			B2		
	1	2	3	1	2	3
I	1,461	1,402	1,487	1,435	1,360	1,358
II	1,366	1,326	1,379	1,303	1,327	1,372
III	1,307	1,317	1,329	1,325	1,290	1,293
IV	1,242	1,295	1,263	1,250	1,278	1,263
V	1,306	1,335	1,309	1,301	1,320	1,301
VI	1,466	1,415	1,457	1,429	1,444	1,455

Tabel 3.3 Pengukuran Sample 3

Bagian / Area	A3			B3		
	1	2	3	1	2	3
I	1,478	1,436	1,423	1,463	1,402	1,355
II	1,362	1,401	1,314	1,363	1,348	1,335
III	1,332	1,313	1,340	1,319	1,330	1,266
IV	1,257	1,293	1,286	1,233	1,291	1,275
V	1,282	1,358	1,300	1,311	1,311	1,301
VI	1,459	1,413	1,429	1,485	1,422	1,445

3.4 Pengolahan Data

Data yang diolah adalah data yang diperoleh pada pengukuran langsung, dengan menggunakan metode sampling secara acak. Setelah data tersebut diperoleh, dapat diketahui rata-rata penipisan *body* yang terjadi dan diperoleh daerah mana yang kritis yang berpotensi teradi pecah saat *body* tidak mampu menahan tekanan maksimal hidraulik mesin. Dari data penipisan material *body* ini dan tegangan patah material yang dimiliki, kemudian dihitung luas area *body* sehingga bisa didapat gaya patah dari *body* tersebut.

3.5 Pelaksanaan pengujian

Standar pengujian yang akan dilakukan adalah menggunakan standar pengujian yang diterapkan di PT. PJM yang mengadopsi standar pengujian dari SAE $HS806_{2001}$. Referensi pengujian yang akan dilakukan diambil dari *work instruction* (WI) laboratorium PT. PJM

Pengujian yang akan dilakukan meliputi :

3.5.1 Pengujian *Impulse*

Seperti yang sudah dijelaskan di bab sebelumnya bahwa pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan / ketahanan filter terhadap pemakaian yang berulang-ulang.

Berdasarkan SAE $HS806_{2001}$ standar proses pengujian adalah sebagai berikut :

Media oli : SAE J1260 dengan temperatur 50ºC ~ 90ºC

Tekanan : 0 ~ 690 KN/m^2 (0 ~ 690 kPa).

Kecepatan : 30 ~ 60 *cycles* per menit (cpm)

Jumlah *cycle* : 50.000 *cycles*.

Sedangkan standar proses pengujian yang dilakukan di PT. PJM adalah :

Media oli : SAE 30 dengan temperatur 100 ±5 ºC

Tekanan : 0 ~ 5516 KN/m^2 (0 ~ 5516 kPa)

Kecepatan : 60 *cycles* per menit (cpm)

Jumlah Cycle : 300.000 *cycles*.

Urutan langkah pengujian *Impulse* :

1. Pasang filter pada *mounting* mesin test dengan spesifikasi torsi pengencangan atau besar sudut putaran pengencangan yang ditentukan.
2. Set *counter* ke angka nol
3. Set temperatur kontrol oli 100 ºC
4. Tekan atau putar tombol *heater* pada posisi "ON"
5. Tekan atau putar tombol motor pada posisi "ON"
6. Putar atau tekan tombol "Auto"
7. Atur katup masuk oli (*main valve*) pada tekanan terendah 0 KN/m^2 (*base pressure*).
8. Set tekanan tertinggi (*peak pressure)* pada 5516 KN/m^2
9. Set putar tombol '*Repeat valve'*
10. Set *'Speed adjust'* pada 60 *cycles* per menit
11. Mesin beroperasi sesuai standar pengujian *impulse* untuk filter *heavy duty* adalah 300.000 *cycles*
12. Mencatat hasil pengujian yang telah dilakukan, jumlah angka *cycle* terpenuhi sebelum ada kegagalan / kerusakan, juga catat lokasi dan tipe dari kegagalan atau kerusakan tersebut.

3.5.2 **Pengujian *Endurance***

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan / ketahanan filter menahan tekanan dengan besaran konstan dalam rentang waktu tertentu. Standar tekanan yang pakai menurut SAE $HS806_{2001}$ adalah 1568 KN/m^2 dan

ditahan selama 60 menit, pengujian endurance ini mengindikasikan kemampuan filter menahan tekanan kerja mesin. Standar pengujian di PJM sendiri untuk filter J86-30480 adalah 1800 Psi (12410 KN/m^2). Jika sudah diketahui *burst pressure* yang diharapkan maka pengujian diawali dengan tekanan 50% dari *burst pressure* kemudian tekanan ditambah secara bertahap maksimal penambahan yaitu 100 KN/m^2 dan disetiap interval penambahan tekanan ditahan selama 60 detik.

Urutan langkah pengujian *Endurance* :

1. Pasang filter pada *mounting* mesin test dengan spesifikasi torsi pengencangan atau besar sudut putaran pengencangan yang ditentukan.
2. Putar *handle* dari posisi *open* ke posisi *close*
3. Tekan tombol "ON" untuk menjalankan pompa.
4. Putar regulator searah jarum jam perlahan untuk memberikan tekanan secara bertahap sesuai tekanan yang distandarkan.
5. Perhatikan kondisi filter pada saat diberi tekanan.
6. Bila tidak terjadi perubahan pada filter tersebut maka diteruskan dengan pengujian *burst strength*

3.5.3 **Pengujian *Burst strength***

Bertujuan untuk mengetahui kemampuan filter menahan tekanan maksimum yang diberikan oleh mesin. Standar pengujian minimum *burst strength* 13790 KN/m^2 hingga terjadi kerusakan atau kebocoran oli pada filter tersebut.

Urutan langkah pengujian B*urst strength* :

7. Berikan tambahan tekanan sampai terjadi perubahan bentuk pada filter secara bertahap.
8. Catat pada tekanan berapa terjadi perubahan pada filter tersebut.
9. Matikan mesin dengan cara menekan tombol “OFF” pompa.
10. Putar handle dari posisi *close* ke posisi *open.*
11. Buat laporan dari hasil test tadi.

3.6 Analisa Pembahasan Masalah

Melakukan analisa dan pembahasaan dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Kemudian memverifikasi hasil pengujian dari data-data yang diperoleh dengan menggunakan perhitungan perbandingan antara gaya kerja yang terjadi pada filter dengan kekuatan material *body / housing*. Jika perhitungan perbandingan gaya kerja *burst* dalam filter lebih kecil atau sama dengan gaya regang material *body* maka akan didapat material *body* filter mampu layak digunakan sehingga filter aman dalam penggunaanya. Dari perhitungan ini bisa diperoleh batas minimum ketebalan material *body* yang dibutuhkan yang berguna pada saat awal pembuatan desain tebal material *body*.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 **Pengolahan Data Ketebalan Material *Body***

Spesifikasi material yang digunakan yaitu : SECD (*Steel Electrolytic zinc-Coated for Drawing*) dengan ketebalan bahan 1.6 mm.

Rata – rata ketebalan material ditiap bagian area *body* adalah

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Dimana :

$\bar{x}$ = Rata-rata
X_i = Nilai dari data (variable x)
n = Banyaknya data x

Penipisan material *body* yang terjadi terhadap tebal bahan awal *body* adalah

$$Penipisan\,\% = \frac{t\,bahan - \bar{x}}{t\,bahan} \times 100\,\%$$

Data hasil pengukuran tebal material *body* :

Tabel 4.1 Rata-rata penipisan material *body* Sample 1

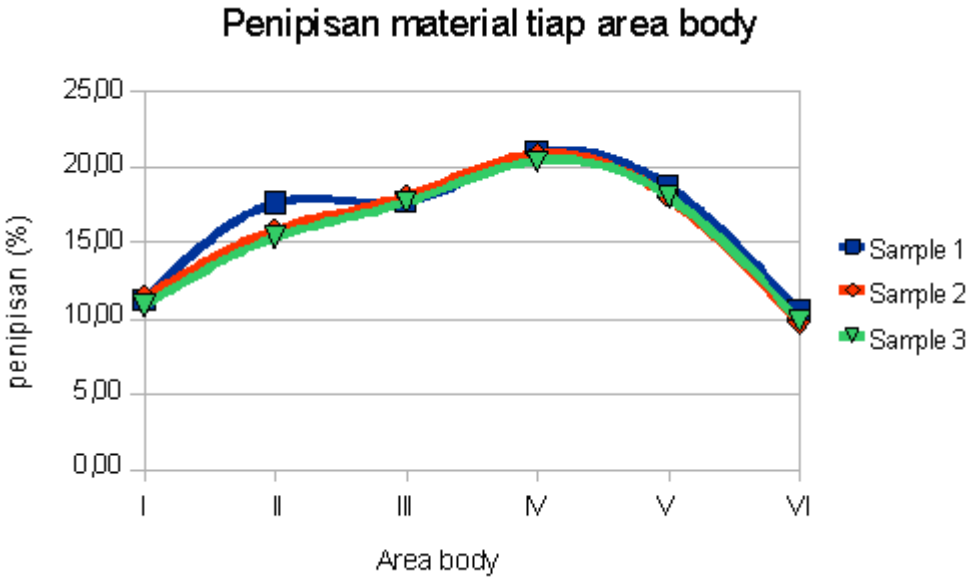
Bagian / Area	A1			B1			Rata-Rata (mm)	Penipisan (%)
	1	2	3	1	2	3		
I	1,476	1,475	1,359	1,471	1,410	1,329	1,420	11,25
II	1,312	1,388	1,263	1,320	1,301	1,320	1,317	17,67
III	1,352	1,333	1,308	1,311	1,298	1,295	1,316	17,74
IV	1,273	1,281	1,262	1,232	1,282	1,256	1,264	20,98
V	1,237	1,322	1,331	1,295	1,320	1,298	1,301	18,72
VI	1,428	1,410	1,445	1,446	1,421	1,441	1,432	10,51

Tabel 4.2 Rata-rata penipisan material *body* Sample 2

Bagian / Area	A2			B2			Rata-Rata	Penipisan
	1	2	3	1	2	3	(mm)	(%)
I	1,461	1,402	1,487	1,435	1,360	1,358	1,417	11,43
II	1,366	1,326	1,379	1,303	1,327	1,372	1,346	15,91
III	1,307	1,317	1,329	1,325	1,290	1,293	1,310	18,11
IV	1,242	1,295	1,263	1,250	1,278	1,263	1,265	20,93
V	1,306	1,335	1,309	1,301	1,320	1,301	1,312	18,00
VI	1,466	1,415	1,457	1,429	1,444	1,455	1,444	9,73

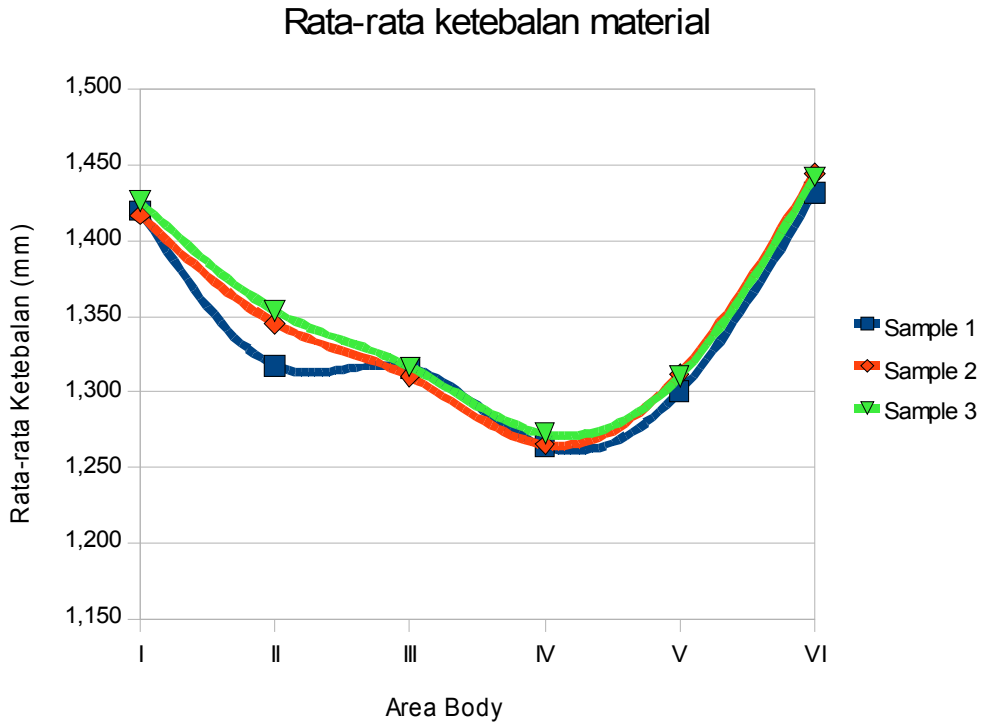
Tabel 4.3 Rata-rata penipisan material *body* Sample 3

Bagian / Area	A3			B3			Rata-Rata	Penipisan
	1	2	3	1	2	3	(mm)	(%)
I	1,478	1,436	1,423	1,463	1,402	1,355	1,426	10,86
II	1,362	1,401	1,314	1,363	1,348	1,335	1,354	15,39
III	1,332	1,313	1,340	1,319	1,330	1,266	1,317	17,71
IV	1,257	1,293	1,286	1,233	1,291	1,275	1,273	20,47
V	1,282	1,358	1,300	1,311	1,311	1,301	1,311	18,09
VI	1,459	1,413	1,429	1,485	1,422	1,445	1,442	9,86



Grafik 4.1 Penipisan material tiap area *body*

Dari grafik diatas diketahui penipisan material *body* terbesar adalah pada sample 1 yaitu 20.98 % di area IV (75 ~ 100 mm tinggi *body*)



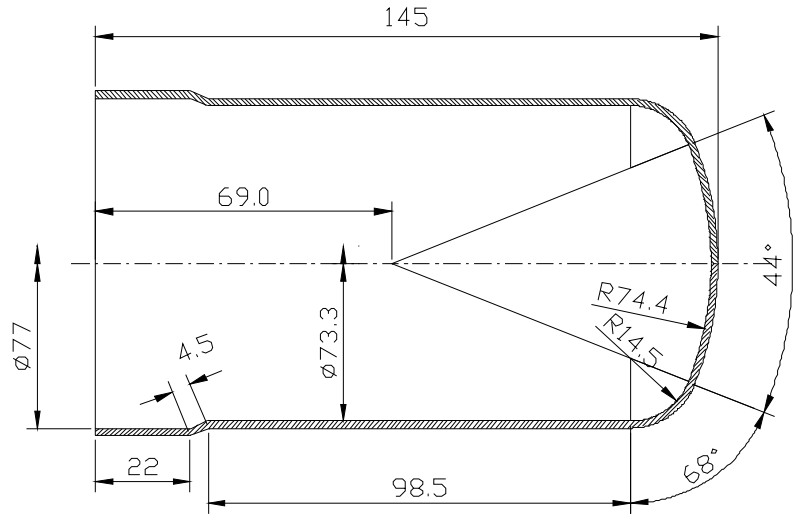
Grafik 4.2 Rata-rata ketebalan material tiap area *body*

Dari grafik diatas diketahui rata – rata ketebalan material *body* terkecil adalah pada sample 1 yaitu 1.264 mm di area IV (75 ~ 100 mm tinggi *body*)

4.2 **Perhitungan Luas area Penampang *Longituinal & Circumferential* material *Body***

Dari gambar 4.3 dapat dihitung luas area penampang material *body* yaitu penampang *longitudinal* (tegak lurus sumbu *body* atau memotong sumbu *body*) dan penampang *circumferential* (sejajar sumbu *body*).

Diketahui :



Gambar 4.3 Penampang material *body*

Tinggi *body* : 145 mm

t_b rata-rata terkecil *body* : 1,264 mm

d_1 : 77 mm

d_2 : 73,3 mm

R_1 radius : 74,4 mm

R_2 radius : 14.5 mm

Luas penampang *longitudinal*

Seperti yang sudah dijelaskan diatas penipisan material yang terbesar berada di area IV yaitu area antara 75 ~ 100 mm tinggi *body*, artinya pada diameter *body* 73.3 mm maka luas penampang *longitudinal* adalah :

A *longitudinal* = л x d_2 x t_b

= л x 73.3 x 1.264

= 291,07 mm^2

Luas penampang *Circumferential*

A *Circumferential* = 2 x t_b x *l*

= 2 x 1.264 x {22 + 4.5 + 98.5 + (2 л R_1 x 22º/360º) +

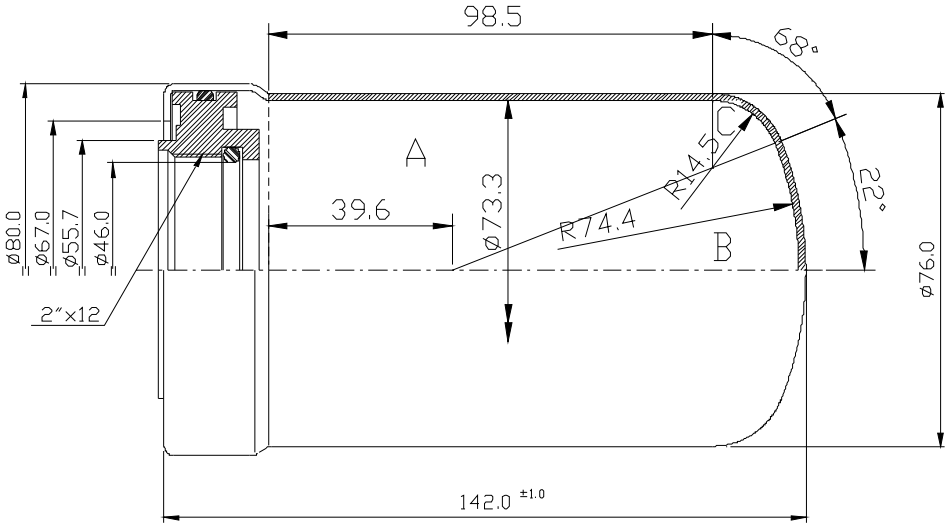
(2 л R_2 x 68º/360º)}

= 2 x 1.264 x (22 + 4.5 + 98.5 + 28.57 + 17.21)

= 431.73 mm^2

4.3 Perhitungan Luas Proyeksi *Longituinal & Circumferential* Tekanan dalam *Body*

Proyeksi permukaan bidang tekan dari dalam filter di bagi menjadi dua yaitu area proyeksi *longitudinal* (tegak lurus sumbu *body* atau memotong sumbu *body*) dan area proyeksi *circumferential* (sejajar sumbu *body*).



Gambar 4.4 Proyeksi area tekan filter

Luas Proyeksi area *Longituinal*

A Proyeksi *longitudinal* = ¼ л d_2^2

= 4 л x $73,3^2$

= 4219,86 mm^2

= 0.00421986 m^2

Luas Proyeksi area *Circumferential*

Untuk memudahkan perhitungan maka area proyeksi *circumferential* dibagi menjadi 3 bagian yaitu area A, area B, dan area C. (lihat gambar 4.3)

Area A = (P1 x d_2) + {(P2 – P1) x (d_2 /2 + R_2)}

= (39.6 x 73.3) + {(98.5 – 39.6) x (73.3 / 2 + 14.5)}

= 2902.68 + (58.9 x 51.15)

= 2902.68 + 3012.735

= 5915.415 mm^2

Area B = л R_1^2 x (44º / 360º)

= л 74.4^2 x (44º / 360º)

= 2125.426 mm^2

Area C = 2 (л R_2^2 x (68º / 360º)

= 2 (л 14.5^2 x (68º / 360º)

= 249.53 mm^2

Sehingga total luas area proyeksi *circumferential* adalah

A Proyeksi *circumferential* = A+ B + C

= 5915.415 + 2125.426 + 249.53

= 8290.371 mm^2

= 0.008290371 m^2

4.4 Perhitungan Gaya Regang Material *Body* dan Gaya *burst* filter

Gaya regang material adalah tegangan regang material dikali luas area penampang material *body*. Diketahui tegangan regang material *body* SECD : 268.4 N/mm^2 maka :

Gaya regang material *body* pada penampang *longitudinal*

$F1_L = ft_1$ x A *longitudinal*

= 268.4 (N/mm^2)x 291,07 (mm^2)

= 78123.188 N

= 78.123 KN

Gaya regang material *body* pada penampang *circumferential*

$F1_C = ft_1$ x A *circumferential*

= 268.4 (N/mm^2)x 431.73 (mm^2)

= 115876.332 N

= 115.876 KN

Gaya pecah (*burst*) *body* adalah Tekanan dalam *body* (*burst pressure*) dikali luas area proyeksi dalam *body*. Diketahui *Static Burst pressure* : 13790 KN/m^2 maka :

Gaya pecah (*burst*) *body* pada area proyeksi *longitudinal*

$F2_L$ = p x A proyeksi *longitudinal*

= 13790 (KN/m^2) x 0.00421986 (m^2)

= 58.19 KN

Gaya pecah (*burst*) *body* pada area proyeksi *circumferential*

$F2_C$ = p x A proyeksi *circumferential*

= 13790 (KN/m^2) x 0.008290371 (m^2)

= 114.34 KN

4.5 Hasil Pengujian *Impulse*

Standar proses pengujian yang dilakukan di PT. PJM adalah :

Media oli : SAE 30 dengan temperatur 100 ±5 ºC

Tekanan : 0 ~ 5516 KN/m^2 (0 ~ 5516 kPa)

Kecepatan : 60 *cycles per minute* (cpm)

Jumlah *Cycle* : 300.000 *cycles*.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Impulse* Filter *Sample* 1

Waktu (Jam)	Jumlah cycles	Kondisi filter
		Sample 1
40	143937	OK. Tidak ada kebocoran
45	161908	OK. Tidak ada kebocoran
50	179900	OK. Tidak ada kebocoran
55	197892	OK. Tidak ada kebocoran
60	215891	OK. Tidak ada kebocoran
65	233884	OK. Tidak ada kebocoran
70	251886	OK. Tidak ada kebocoran
75	269862	OK. Tidak ada kebocoran
80	287866	OK. Tidak ada kebocoran
83 : 22'	300000	OK. Tidak ada kebocoran

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Impulse* Filter *Sample* 2

Waktu (Jam)	Jumlah cycles	Kondisi filter
		Sample 2
40	143922	OK. Tidak ada kebocoran
45	161887	OK. Tidak ada kebocoran
50	179881	OK. Tidak ada kebocoran
55	197856	OK. Tidak ada kebocoran
60	215845	OK. Tidak ada kebocoran
65	233837	OK. Tidak ada kebocoran
70	251822	OK. Tidak ada kebocoran
75	269799	OK. Tidak ada kebocoran
80	287773	OK. Tidak ada kebocoran
83 : 24'	300000	OK. Tidak ada kebocoran

Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Impulse* Filter *Sample* 3

Waktu (Jam)	Jumlah cycles	Kondisi filter
		Sample 3
40	143928	OK. Tidak ada kebocoran
45	161926	OK. Tidak ada kebocoran
50	179921	OK. Tidak ada kebocoran
55	197902	OK. Tidak ada kebocoran
60	215885	OK. Tidak ada kebocoran
65	233877	OK. Tidak ada kebocoran
70	251847	OK. Tidak ada kebocoran
75	269816	OK. Tidak ada kebocoran
80	287760	OK. Tidak ada kebocoran
83 : 24'	300000	OK. Tidak ada kebocoran

4.6 **Hasil Pengujian *Endurance dan Burst Strength* Filter**

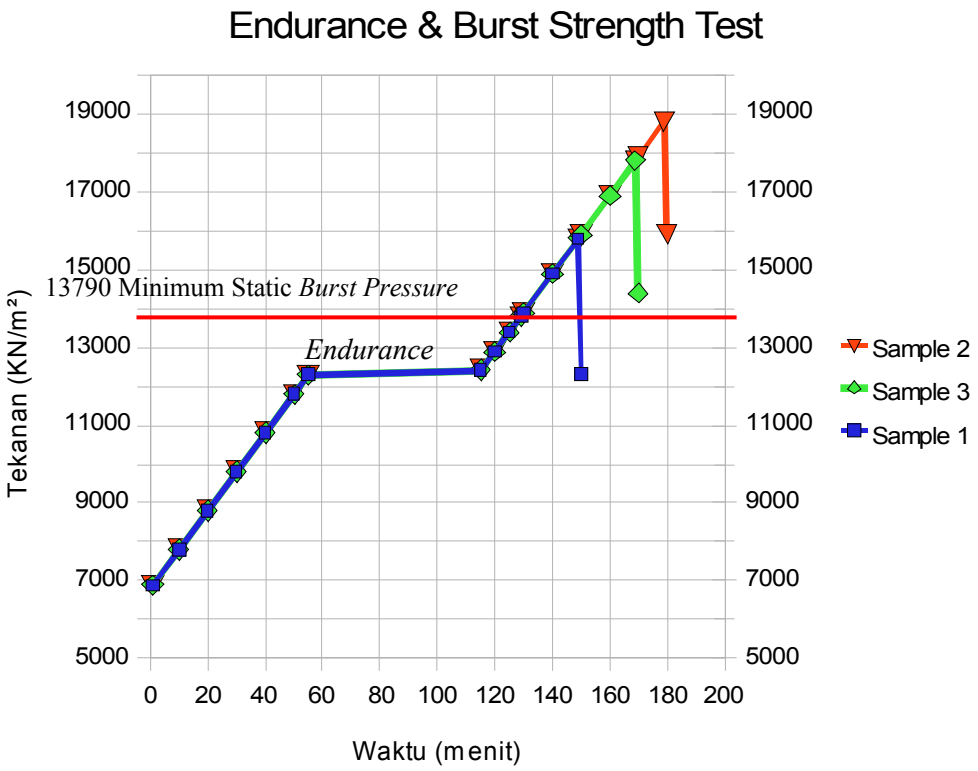
Standar pengujian *Endurance* filter di PJM sendiri untuk filter J86-30480 adalah 12410 KN/m^2 ditahan selama 60 menit. Standar *Burst pressure* 13790

KN/m^2 (minimum). Standar interval penambahan tekanan secara bertahap maksimal yaitu 100 KN/m^2 dan ditahan selama 60 detik.

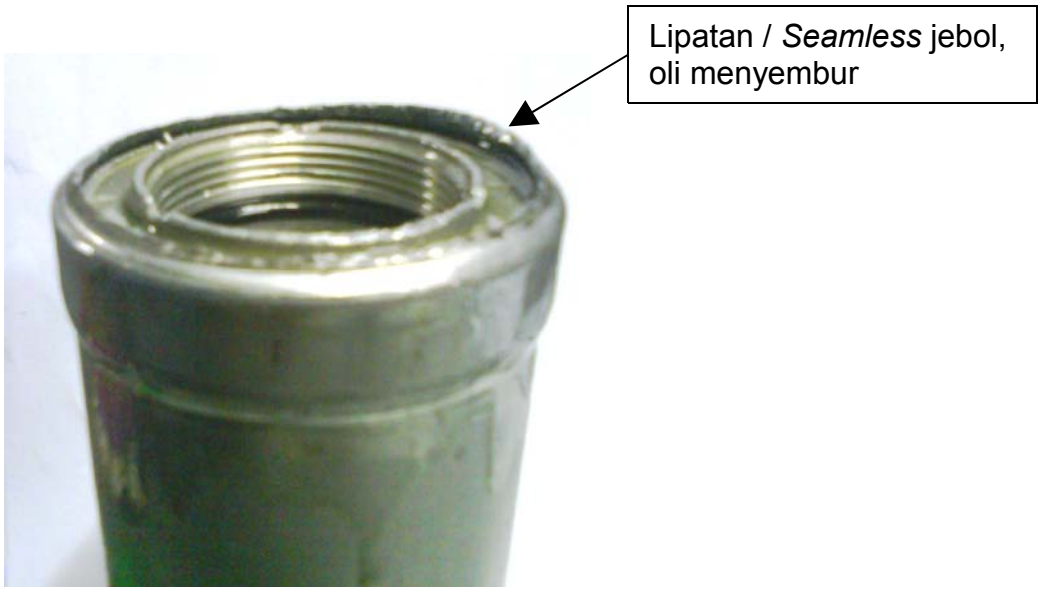
Pengujian *endurance* diawali pada tekanan 50% dari tekanan *burst* minimal yaitu pada tekanan 6895 KN/m^2 dan ditahan selama 1 menit, kemudian tekanan dinaikkan secara bertahap dengan penambahan 100 KN/m^2 ditahan 1 menit disetiap penambahannya.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian ***Endurance dan Burst Strength*** **Filter**

Waktu (menit)	*Pressure* (KN/m2)	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Keterangan
1	6895	Good	Good	Good	
10	7795	Good	Good	Good	
20	8795	Good	Good	Good	
30	9795	Good	Good	Good	
40	10795	Good	Good	Good	
50	11795	Good	Good	Good	
55	12295	Good	Good	Good	
115	**12410**	**Good**	**Good**	**Good**	***Endurance* (60 menit)**
120	12895	Good	Good	Good	
125	13395	Good	Good	Good	
129	**13790**	**Good**	**Good**	**Good**	**Minimum *burst pressure***
130	13895	Good	Good	Good	
140	14895	Good	Good	Good	
149	**15795**	***Burst***	Good	Good	2º 28' 32" *Seamless* jebol, oli menyembur
150	15895	-	Good	Good	
160	16895	-	Good	Good	
169	**17795**	-	**Good**	***Burst***	2º 49' 28" *Seamless* jebol, oli menyembur
170	17895	-	Good	-	
179	**18795**	-	***Burst***	-	2º 58' 23" *Seamless* jebol, oli menyembur



Grafik 4.5 *Endurance & Burst strength test*



Gambar 4.6 Kondisi filter setelah uji *burst strength*

4.7 **Analisa Hasil Pengujian**

4.7.1 **Analisa *Impulse Test***

Dari hasil pengujian impulse ketiga sample filter yang diambil didapat hasil yang sama yaitu tidak terjadi kebocoran dan kerusakan atau kegagalan dari fungsi komponen-komponen penyusun filter. Dari tabel 4.4 ; tabel 4.5 ; dan tabel 4.6 ditunjukkan bahwa sampai pengujian selesai yaitu 300.000 *cycles* yang ditempuh dengan waktu rata-rata 83 jam 23 menit kondisi ketiga sample tetap baik tidak terjadi kebocoran oli ataupun kerusakan pada komponen filter terutama komponen *body*. Hasil ini sesuai dengan standar yang dipersyaratkan dari filter J86-30480 yaitu 0 ~ 5516 KN/m^2 dengan kecepatan 60 cpm (*cycles per minute*) Selama 300.000 *cycles*, dan sudah melampaui dari persyaratan yang ditetapkan dalam standar pengujian SAE $HS806_{2001}$. Hasil ini membuktikan bahwa perencanaan dan pemilihan bahan untuk komponen filter khususnya komponen *body* secara teknis sudah aman pada pengunaannya.

4.7.2 **Analisa *Endurance* dan *Burst Strength Test***

Dari hasil pengujian *endurance* ketiga sample filter (lihat tabel 4.7 dan grafik 4.5) standar tekanan *endurance* yang disyaratkan yaitu 12410 KN/ m^2 dan ditaham selama 60 menit, pengujian berlangsung pada menit ke 55 hingga menit ke 115 didapat hasil yang sama yaitu kondisi filter masih bagus, utuh, tidak ada kerusakan komponen maupun kebocoran oli. Pengujian yang dilanjutkan pada uji *burst strength* dapat dilihat pada

grafik 4.5. Standar minimal *burst strength* yang disyaratkan dari filter adalah 13790 KN/m^2 tekanan ini dicapai pada menit ke 129 dan didapat hasil dari ketiga sample tersebut dapat melalui standar minimum *burst pressure* yang disyaratkan tanpa ada kerusakan atau kegagalan dari fungsi komponen penyusun filter terutama komponen *body* filter. Untuk mengetahui sampai seberapa besar *burst strength* dari sample filter tersebut maka dilanjutkan dengan penambahan tekanan hingga didapat kerusakan atau kegagalan fungsi dari komponen penyusun filter. Pada sample 1 didapat *burst strength* mencapai pada tekanan 15795 KN/m^2 kondisi atau kerusakan yang terjadi yaitu lipatan atau *seamless* pada komponen *body* jebol sehingga terjadi kebocoran oli, kerusakan ini terjadi pada menit ke 149 atau tepatnya 2 jam 28 menit 32 detik.. Untuk sample 2 didapat *burst strength* mencapai pada tekanan 18795 KN/m^2 kondisi atau kerusakan yang terjadi sama dengan sample 1 yaitu lipatan atau *seamless* pada komponen *body* jebol sehingga terjadi kebocoran oli, kerusakan ini terjadi pada menit ke 179 atau tepatnya 2 jam 58 menit 23 detik. Dan Untuk sample 3 didapat *burst strength* mencapai pada tekanan 17795 KN/ m^2 kondisi atau kerusakan yang terjadi sama dengan sample 1 & 2 yaitu lipatan atau *seamless* pada komponen *body* jebol sehingga terjadi kebocoran oli, kerusakan ini terjadi pada menit ke 169 atau tepatnya 2 jam 49 menit 28 detik. Dari ketiga sample didapat rata-rata *burst strength* adalah 17461,67 KN/m^2. Hasil ini sudah jauh melampuai dari standar minimum *burst strength* yang disyaratkan 13790 KN/m^2.

Jika dilihat dari kerusakan-kerusakan yang terjadi dengan ketiga sample yaitu lipatan atau *seamless* pada komponen *body* yang jebol sehingga terjadi kebocoran oli hal ini mengindikasikan bahwa tegangan bengkok dari material *body* tidak kuat menahan tekanan dari dalam filter dibandingkan dengan tegangan regang/geser material *body* yang masih mampu menahan tekanan dari dalam filter.

4.7.3 Verifikasi Hasil Pengujian dengan Perhitungan Gaya

Dari pengambilan data material *body* yang digambarkan pada grafik 4.1 diperoleh penipisan material *body* terbesar adalah pada sample 1 yaitu 20.98 % di area IV (75 ~ 100 mm tinggi *body*), dan dari grafik 4.2 diperoleh rata – rata ketebalan material *body* terkecil adalah pada sample 1 yaitu 1.264 mm di area IV (75 ~ 100 mm tinggi *body*).

Gaya regang material *body* pada penampang *longitudinal* ($F1_L$) :

$F1_L$ = 78.123 KN

Gaya regang material *body* pada penampang *circumferential* ($F1_C$) :

$F1_C$ = 115.876 KN

Gaya pecah (*burst*) *body* pada area proyeksi *longitudinal* ($F2_L$) :

$F2_L$ = 58.19 KN

Gaya pecah (*burst*) *body* pada area proyeksi *circumferential* ($F2_C$) :

$F2_C$ = 114.34 KN

Dari hasil perhitungan-perhitungan tersebut bisa kita bandingkan sebagai berikut :

1. Gaya regang material *body Longitudinal* ≥ Gaya *burst longitudinal*
2. Gaya regang material *body circumferential* ≥ Gaya *burst circumferential*.

Yang artinya material *body* yang dipilih mampu menahan tekanan *burst* minimum yang disyaratkan 13790 KN/m^2. Hal ini dibuktikan lagi dengan hasil pengujian pada filter dimana dari uji impulse , uji *endurance* , dan uji *burst strength* yang sudah dilalui didapat hasil yang sesuai dengan standar yang dipersyaratankan yaitu impulse 0 ~ 5516 KN/m^2 selama 300.000 cycles, *endurance* : 12410 KN/m^2 selama 60 menit, dan minimum *burst strength* 13790 KN/m^2.

Secara teknis material *body* yang dipakai mampu diaplikasikan namun secara ekonomis mungkin masih bisa dilakukan dengan cara melakukan perhitungan ulang untuk memperoleh ketebalan minimum material *body* yang boleh dipakai untuk komponen filter J86-30480. Ketebalan minimum material bisa hitung dari gaya *burst* maksimal yang ditimbulkan dari minimum *burst pressure* filter yang disyaratkan yaitu gaya *burst circumferential* (F2c) = gaya regang material *circumferential* (F1c).

$F2c = F1c$

$F2c = f_{t1} \times A$ *Circumferential*

$F2c = f_{t1} \times (2 \times t_b \times l)$

$t_b = F2c / \{f_{t1} \times 2\, l\}$

$= 114340\ (N) / \{ 268.4\ (N/mm^2) \times 2\ (22 + 4.5 + 98.5 + (2\ л\ R_1 \times 22^o/360^o) + (2\ л\ R_2 \times 68^o/360^o))\ (mm) \}$

= 114340 (N) / 268.4 (N/mm^2) x 341.56 (mm)

= 1.247 mm

Jika material *body* yang dipakai tetap dengan ketebalan 1.6 mm maka batas penipisan maksimal sebagai akibat dari proses deep drawing adalah

(1.6 – 1.247) / 1.6 x 100% = 22.0625 % atau untuk lebih aman dibulatkan kebawah menjadi 22 %.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari seluruh pengukuran, perhitungan dan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil-hasil ringkasan sebagai berikut :

a) Material awal *body* J01-2311-0 adalah SECD (*Steel Electrolytic Zinc Coated for Drawing*) tebal 1,6 mm setelah dilakukan pengukuran terjadi penipisan terbesar 20,98% dan ketebalan kritis material *body* yaitu rata-rata 1,264 mm terjadi pada area IV yaitu pada tinggi antara 75 ~ 100 mm tinggi *body*.

b) Pengujian *impulse* dapat diketahui bahwa kemampuan filter J86-30480 terhadap pemakaian yang berulang-ulang adalah lebih dari 300.000 cycles, karena pada saat pengujian selesai pada 300.000 cycles filter masih dalam kondisi yang baik tidak ditemukan kebocoran, kerusakan ataupun kegagalan fungsi dari komponen-komponen penyusun filter. Total waktu pengujian rata-rata 83 jam 23 menit setiap filternya.

c) Pengujian *endurance* diketahui bahwa *endurance* pada tekanan 12410 KN/ m^2 selama 60 menit didapat hasil yaitu kondisi filter-filter masih bagus, utuh, tidak ada kerusakan komponen maupun kebocoran oli.

d) Pengujian *burst strength* diketahui bahwa pada persyaratan batas minimum *burst pressure* 13790 KN/m^2 dapat dilewati oleh filter uji dengan baik. *Burst* strength filter hingga ditemukan kerusakan atau kegagalan fungsi filter terjadi pada rata-rata tekanan 17461.67 KN/m^2.

Kerusakan atau kegagalan ditemukan pada lipatan atau *seamless body* yang tidak kuat sehingga jebol dan terjadi kebocoran oli.

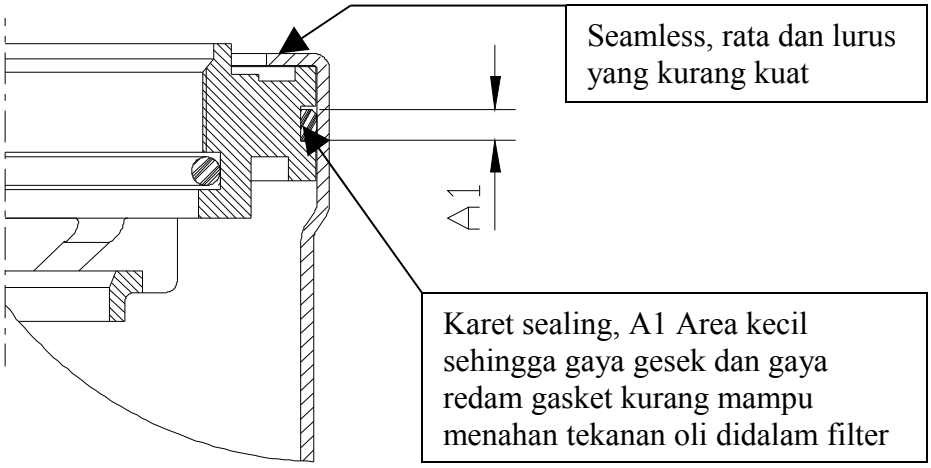
e) Dari perhitungan gaya-gaya yang sudah dilakukan diperoleh gaya *burst* pada *minimum burst pressure* 13790 KN/m^2 yaitu : Gaya *burst longitudinal* : 58.19 KN dan Gaya *burst circumferential* : 114.34 KN. Dan dari gaya *burst* diperoleh ketebalan minimum dari material *body* akibat penipisan pada proses *deep drawing* yang masih bisa digunakan yaitu 1,247 mm

Dari hasil-hasil ringkasan diatas dapat disimpulkan bahwa penipisan material 20,98 % pada ketebalan kritis material *body* rata-rata 1,264 mm tidak berpengaruh apa-apa pada *burst strength* filter. Sehingga material *body* yang dipilih yaitu SECD t: 1,6 mm adalah mampu dan layak untuk digunakan. Hasil perhitungan ketebalan minimum material *body* diperoleh tebal 1,247 mm artinya dari material awal tebal : 1,6 mm diperbolehkan mengalami penipisan maksimal 22% sebagai akibat dari proses *deep drawing* dalam pembuatan komponen *body*.

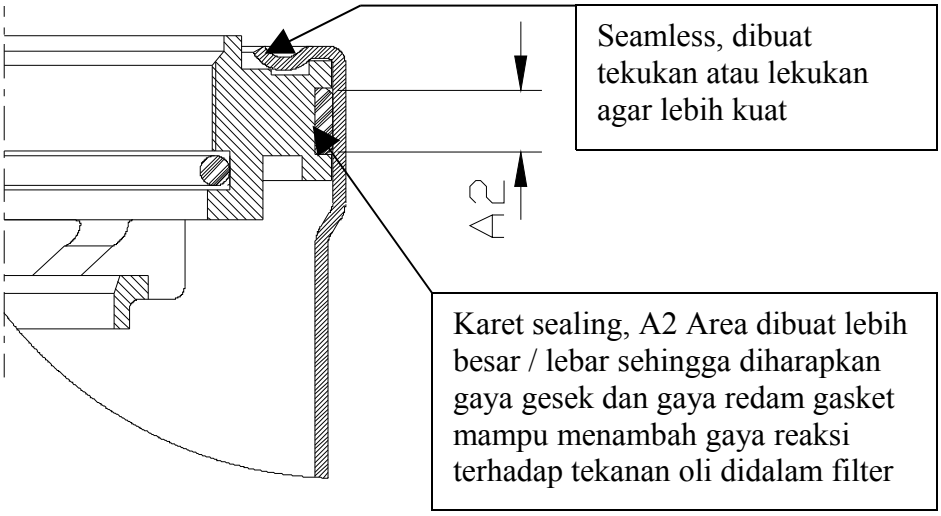
5.2 Saran

Dari analisa dan pembahasan pada pengujian yang telah dibahas dalam bab-bab sebelumnya penulis ada beberapa saran yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan untuk pengembangan dan kemajuan yang lebih baik dalam pembuatan filter yang berkualitas dan kompetitif.

a) Pada *seamless body* perlu dikaji ulang terhadap desain model dan bentuk *seamless* agar didapat hasil *burst strength* filter yang lebih tinggi lagi, sebagai contoh :



Gambar 5.1 Kondisi Awal *seamless body*



Gambar 5.2 Saran *seamless body*

b) Dasar perhitungan pendekatan dalam desain penentuan tebal material awal *body* adalah menggunakan *gaya burst* yang terbesar yaitu gaya *burst circumferential* ≤ gaya regang *circumferential* material *body*.

$F_2 c \leq F_1 c$

$p \times A_{pc} \leq f_t \times A_C$

$p \times A_{pc} \leq f_t \times t_b \times lc$

$t_b \geq (p \times A_{pc}) / (f_t \times lc)$

$t_0 = t_b \times (100\% + \text{Penipisan yang dibolehkan \%})$

Keterangan :

F2c = Gaya *burst* circumferential (N)

F1c = Gaya regang circumferential material *body* (N)

p = Tekanan burst strength (N/mm^2)

ft = Tegangan regang material *body* (N/mm^2)

Ac = Area circumferential penampang Material (mm^2)

A_{pc} = Area proyeksi circumferential (mm^2)

t_b = Tebal material minimum (mm)

*l*c = Panjang circumferential material (mm)

t o = Tebal Awal Material (mm)

DAFTAR PUSTAKA

Cristoper , T. *Filter and Filtration Hands Book*, 4th Edition.

Donaldson Hydraulic Filter Catalog, 2003. www.donaldson.com

Ernest F. Brater and King Horace Williams. *HandBook of Hydraulicsfor the solution of hydraulic engineering problems*, 6th Edition

Harjono A. 2000. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Indarto , Prio Tri Kurnia , Riyanto. 2001. *Filter Product Knowledge*. ADR Training Center.

JIS G 3313 : 1998. *Electrolytic zinc-coated steel sheet and coils*.

Moerbani J. 1990. *Deep Drawing*. Surakarta (Perpustakaan ADR)

R.S Khurmi and J.K Gupta. 1980. *A Textbook of Machine Design.* Ram Nagar – New Delhi : Eurasia Publishing House (Pvt), Ltd.

S Soedrajat. 1983. *Mekanika Fluida dan Hidrolika*. Bandung : Nova

SAE HS 806 : 2001. *Oil Filter Test Prosedure.*