

Bidang: Teknik Mesin, Material dan Energi
Teknologi Proses

Topik: Perancangan, Desain Teknik &

RANCANG BANGUN MESIN PRESS LIMBAH OIL DAN FUEL FILTER (B3) DENGAN SISTEM PNEUMATIK

Arfan Halim^{1*}, Ilmawan Suryapradana², Prastowo Agung³, Feri Putra⁴, M.Sholikhin⁵
Program Studi Perawatan Mesin, Politeknik Sinar Mas Berau Coal
arfan.halim@polteksimasberau.ac.id^{1*}, ilmawan@polteksimasberau.ac.id²,
prastowo@beraucoal.co.id³, feriputra@polteksimasberau.ac.id⁴,
muhammad.sholikhin@beraucoal.co.id⁵

ABSTRAK

Di industri pertambangan banyak terdapat material limbah B3 diantaranya *oil* dan *fuel filter* bekas. Dengan penggunaan yang cukup banyak pada industri pertambangan, tentunya limbah *oil* dan *fuel filter* berdampak pada lingkungan. Pada industri pertambangan di Kalimantan Timur, limbah *fuel filter* biasa dikumpulkan dan dibuang dengan syarat tidak mencemari lingkungan. Dalam satu drum, biasanya menampung 20-30 buah limbah *fuel filter* dengan ukuran yang beraneka ragam. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dalam penerapan teknologi tepat guna di industri pertambangan untuk mengatasi masalah pengelolaan limbah B3 berupa *oil* dan *fuel filter*. Tujuan penelitian ini untuk merancang bangun teknologi mesin *press* dengan sistem pneumatik sehingga dapat mengoptimasi penampungan material limbah B3 berupa *oil* dan *fuel filter*. Mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter* ini dirancang untuk mengepres limbah *oil* dan *fuel filter* dengan penyusutan dimensi minimal 40% dari dimensi awal. Hasil analisa perancangan didapatkan dimensi diameter *cylinder* 200 mm dengan tipe FESTO DSBG-200-500-PPVA-N3 *Double Acting Cylinder*. Dari hasil pengujian mesin *press* terhadap limbah *oil* dan *fuel filter* persentase penyusutan dimensi benda uji rata-rata diperoleh sebesar 36,2%, hal ini meningkatkan penanganan material limbah *oil* dan *fuel filter* dalam proses penyimpanan sebesar 260 %.

Kata kunci: Mesin *press*, limbah B3, *fuel filter*, *oil filter*, sistem pneumatik

ABSTRACT

The mining industry, numerous hazardous waste materials, including used oil and fuel filters. With widespread use in the mining sector, the disposal of oil and fuel filter waste significantly impacts the environment. In East Kalimantan's mining industry, fuel filter waste is typically collected and disposed of under conditions that prevent environmental pollution. A standard drum can hold 20–30 pieces of fuel filter waste in various sizes. This research involves experimental applications of appropriate technology in the mining industry to address the issue of hazardous waste management, specifically focusing on oil and fuel filters. The objective is to design and construct a pneumatic system press machine technology to optimize the storage of hazardous waste materials, such as oil and fuel filters. This press machine is designed to compress oil and fuel filter waste with a minimal dimensional shrinkage of 40% compared to the initial dimensions. The design analysis yielded a cylinder diameter of 200 mm, utilizing the FESTO DSBG-200-500-PPVA-N3 Double Acting Cylinder. Testing the press machine on waste oil and fuel filters resulted in an average dimensional shrinkage of 36.2%. This represents a 260% improvement in material handling efficiency during the storage process for waste oil and fuel filters.

Keywords: Press machine, hazardous waste (B3 waste), fuel filter, oil filter, pneumatic system

PENDAHULUAN

Secara umum, limbah merujuk kepada materi yang tersisa setelah suatu kegiatan atau proses produksi. Menurut peraturan pemerintah No. 74 tahun 2001 mengenai pengolahan bahan berbahaya dan beracun (B3), limbah B3 adalah hasil sisa dari usaha atau kegiatan tertentu yang mengandung zat berbahaya dan/atau beracun. Sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemari dan/atau merusak lingkungan hidup. Selain itu, limbah B3 juga dapat membahayakan kesehatan manusia, kelangsungan hidup, serta makhluk hidup lainnya [1]. Di industri pertambangan banyak menggunakan *fuel filter* pada alat atau transportasinya, seperti *Dump Truck*, *Bulldozer* dan lain-lain. Dengan penggunaan yang cukup banyak pada industri pertambangan, tentunya limbah *fuel filter* berdampak pada lingkungan. Pada industri pertambangan khususnya di Kalimantan Timur, limbah *fuel filter* biasa dikumpulkan dan dibuang dengan syarat tidak mencemari lingkungan. Biasanya limbah *fuel filter* dikumpulkan dalam satu tempat berupa *drum*. Dalam satu drum, biasanya mampu menampung 20-30 buah *fuel filter* dengan ukuran yang beraneka ragam. Tentunya sistem penyimpanan limbah *fuel filter* ini bisa lebih efisien lagi. Kekurangan dalam menampung limbah B3 tersebut terdapat pada *quantity* penyimpanan yang tidak maksimal, sehingga dalam pengelolaan atau pengeluaran menghasilkan biaya tinggi dalam pengelolaan limbah B3.

Banyaknya material limbah B3 berupa *oil filter* ataupun *fuel filter* bekas yang kurang efisien dalam proses pengelolaannya menjadi salah satu acuan penulis dalam pengaplikasian rancang bangun teknologi tepat guna. Maka dari itu gagasan untuk membuat rancang bangun alat *press* menggunakan tekanan udara yang ramah terhadap alam. Selain menggunakan tenaga tekanan udara, rancangan alat *press filter* ini akan dibuat praktis dan efisien, sehingga penggunaannya mudah dioperasikan. Sistem kerja dari alat ini adalah suatu alat *press* yang menggunakan tekanan udara dari *cylinder pneumatic* sebagai penggerak lalu dihubungkan ke batang piston *press* untuk memampatkan material limbah B3 bekas. Sistem pneumatic memiliki banyak keuntungan yaitu mudah pengoperasian, bersih, aman dan pemindahan daya serta kecepatan efisien dalam proses pengaturan.

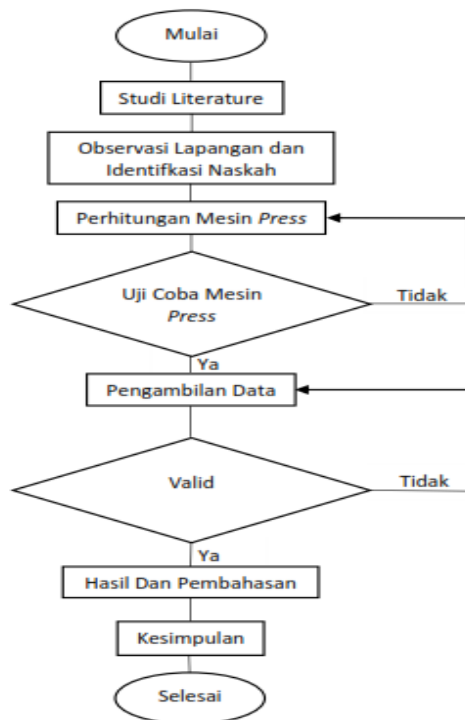
Sistem pengepresan ini dapat menggunakan teknologi pneumatik yang menggunakan udara bertekanan. Pengepresan menggunakan sistem pneumatik sudah banyak diaplikasikan untuk berbagai mesin *press* dengan berbagai macam tujuan [2]. Dibandingkan dengan sistem hidrolik, penggunaan sistem pneumatik lebih ramah lingkungan karena tidak memerlukan cairan hidrolik. Keuntungan lainnya meliputi ketersediaan bahan baku (udara) yang melimpah dan dapat disimpan, ketahanan dan keandalan tinggi, desain yang relatif sederhana, kemudahan dalam distribusi, kebersihan dan lingkungan yang bersih, fleksibilitas dalam menghadapi variasi suhu bahan baku, kecepatan kerja yang tinggi, keamanan dari risiko sengatan listrik, dan tidak ada risiko kebakaran [3].

Berdasarkan pertimbangan diatas, peneliti terdorong untuk melakukan penelitian yang berjudul “ Rancang Bangun Mesin *Press* Limbah *Oil* dan *Fuel Filter* (B3) Dengan Sistem Pneumatik ”. Mesin yang akan dibuat ini menggunakan material UNP 100 sebagai rangka utama, *cylinder pneumatic double acting* kapasitas 20 ton sebagai aktuator utama yang berfungsi melakukan gerakan penekanan pada material limbah *oil* dan *fuel filter* bekas (B3).

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental. Pendekatan yang diterapkan melibatkan perancangan alat, selanjutnya diikuti oleh pengujian performa alat yang telah dibuat. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap utama: tahap perancangan dan pembuatan alat, serta tahap pengujian alat untuk mengevaluasi kinerjanya. Proses perencanaan alat memanfaatkan *platform Autodesk Inventor 2019*, kemudian pelaksanaan rancang bangun alat dilakukan di *Workshop* Politeknik Sinar Mas Berau Coal serta pengujian alat dilakukan di PT Mutiara Tanjung Lestari.

Pada penelitian ini menggunakan bahan konstruksi mesin seperti besi UNP 100, *electrode* E7018, plat hitam 8 mm dan 2mm, baut dan mur, dan komponen pendukung sistem *pneumatic*. Peralatan yang digunakan gerinda, mesin bor, 1 set kunci pas-ring, mesin las smaw, sikat baja, gerinda tangan beserta alat pelindung diri (APD) seperti topeng las, kaca mata *safety*, apron dan sepatu *safety*.



Gambar 1. Diagram alir proses rancang bangun mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter*

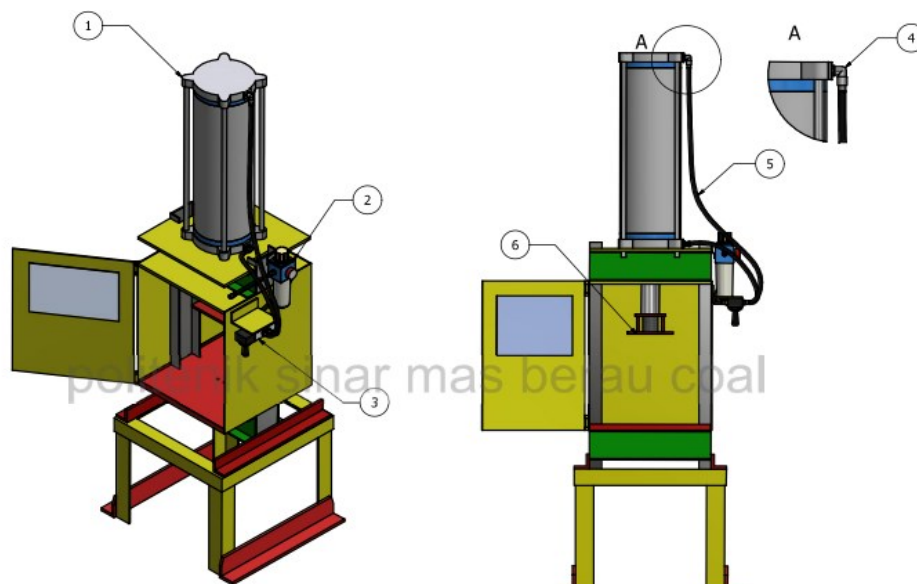
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang Bangun

Membuat gambar desain alat adalah langkah pertama dalam mewujudkan hasil perancangan. Proses pembuatan alat mengikuti gambar teknis yang telah direncanakan dan didesain sebelumnya. Desain mesin *Press* Limbah *Oil* dan *Fuel Filter* ditentukan atas berbagai pertimbangan sebagai berikut :

1. Sistem pneumatik digunakan sebagai tenaga penggerak utama pada mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter*
2. Proses operasionalnya sederhana, dan perawatan serta penggantian suku cadang mudah dilakukan karena suku cadangnya tersedia dengan mudah.
3. Mengurangi risiko kecelakaan selama pengoperasian karena material limbah *oil* dan *fuel filter* saat dilakukan pengepresan terlindung *cover* mesin sehingga aman untuk operator.

Gambar 2 menunjukkan rancangan dalam bentuk tiga dimensi, sebagai berikut :



Gambar 2. Desain mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter*

Komponen dari mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter* ini yaitu :

1. *Cylinder pneumatic*, 2. *Flow regulator lubricant (FRL)*, 3. *Hand lever valve*, 3. *Push fitting L Cylinder*, 4. *Hose pneumatic*, 6. *Press base*

Prinsip Kerja Mesin Press Limbah Oil dan Fuel Filter

Mesin *press* ini bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan/bertekanan. Kompresor berfungsi untuk menghisap dan memampatkan udara yang kemudian disuplai ke sistem mesin *press*. Udara dari kompresor yang bertekanan dialirkan ke sistem mesin *press* melalui *port intake* dari *regulator valve (pressure gauge valve)* dimana tekanan udara dapat diatur sesuai dengan *work pressure* dari *cylinder pneumatic* yaitu maksimal 10 bar. Selanjutnya udara bertekanan diteruskan ke *control valve 5/2 (Hand Lever Valve)* yang mengatur aliran udara bertekanan *in/out* tabung *cylinder pneumatic*. Dan terakhir yaitu *cylinder rod* pada *cylinder pneumatic* akan bekerja untuk menekan benda kerja (material limbah *oil* dan *fuel filter*) yang tekanannya sudah diatur melalui *pressure gauge*. Rangkaian *pneumatic* dihubungkan dengan menggunakan *hose* yang berukuran 12 mm dengan maksimum *work pressure* adalah 10 bar.

Perhitungan Dimensi Cylinder Pneumatic

Perhitungan *cylinder pneumatic* dilakukan karena berdasarkan diskusi bersama user, kapasitas yang diinginkan adalah 20 Ton. Untuk menghitung nilai *cylinder pneumatic* yang dibutuhkan menggunakan persamaan [4] :

$$d^2 = (F + R)/(p \times 7.86) \quad (1)$$

(FESTO : 5)

Dimana :

F = 20 Ton = 196.200 N

R = Gesekan $\sim \pm 5\% \times F$

= $5\% \times 196.200 \text{ N}$

= 9.810 N

p = Tekanan kerja 6 bar = 600.000 N/m²

sehingga,

$$d^2 = (196.200 \text{ N} + 9.810 \text{ N}) / (600.000 \times 7.86)$$

$$d^2 = 0.04$$

$$d = \sqrt{0,04}$$

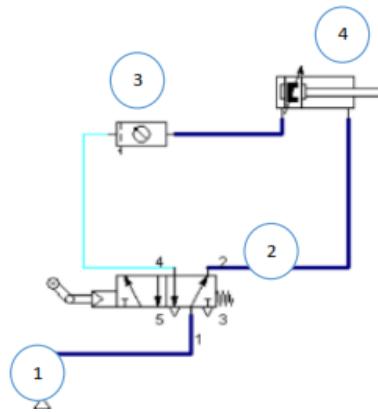
$$d = 0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan, diameter *cylinder pneumatic* adalah 200 mm. berdasarkan katalog Festo didapatkan type *cylinder pneumatic* DSBG-200-500-PPVA-N3 dengan tipe *double acting cylinder*.

Wiring Sistem Pneumatic

Rangkaian sistem pneumatik menggunakan aplikasi *FluidSim-P*, berikut mekanisme kerjanya :

1. Pada petunjuk nomor 1 adalah simbol kompresor, dimana kompresor ini untuk menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan didalam bejana untuk suplai ke sistem pneumatik.
2. Kemudian udara bertekanan dialirkan ke *control valve 5/2* yang ditunjukkan pada nomor 2.
3. Selanjutnya tekanan diteruskan ke *pressure gauge*, untuk mengetahui kapasitas *pressure* yang digunakan untuk menekan material limbah *oil* dan *fuel filter* yang ditunjukkan pada nomor 3.
4. Dan terakhir yaitu *cylinder pneumatic double acting* yang digunakan sebagai *actuator* dalam proses penekanan material limbah *oil* dan *fuel filter*. Seluruh rangkaian sistem pneumatik dihubungkan menggunakan *hose* dengan ukuran 12 mm.



Gambar 3. Wiring sistem pneumatik mesin press limbah oil dan fuel filter

Uji Performa Mesin Press Limbah Oil dan Fuel Filter

Alat diuji dalam dua tahap, pertama menguji fungsinya saat mesin dijalankan tanpa beban. Pada tahap ini, mesin press limbah oil dan fuel filter berhasil beroperasi dengan baik sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditetapkan, komponen pneumatik dapat beroperasi dengan baik. Dan kedua pengujian mesin press limbah oil dan fuel filter dengan beban, yaitu menggunakan material benda kerja, hasil pengujian mesin dapat melakukan proses penekanan sesuai dengan target yang ditentukan.



Gambar 4. Uji coba alat di lapangan

Berikut hasil proses uji kinerja mesin press limbah oil dan fuel filter :

Tabel 1. Hasil pengujian mesin press limbah oil dan fuel filter diameter 90 mm

No	Pressure (bar)	Tinggi awal sebelum penekanan/T ₁ (mm)	Tinggi akhir setelah proses penekanan/T ₂ (mm)	Persentase (%)
1	8	125,3	52	41,5
2	8	125,3	36,28	28,9
3	8	125,3	47,8	38,1
Rata-rata			45,36	36,2

Dapat dilihat pada tabel 1, dari hasil evaluasi pengujian mesin yang telah dilakukan sebanyak 3 kali percobaan penekanan dengan diameter benda uji 90 mm dan tinggi 125,3 mm, menghasilkan rata-rata hasil penyusutan material benda uji mengalami penurunan dimensi sebesar 45,36 mm atau 36,2 %.

Perhitungan Konsumsi Udara Tiap Menit

Perbandingan kompresi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [4] :

$$Pk = \frac{(1,031+p)}{1,031} \quad (2)$$

Sehingga dihasilkan nilai P_k sebesar 8,76. Konsumsi udara tiap langkah piston memiliki dua arah yaitu konsumsi udara saat piston maju dan konsumsi udara saat piston mundur. Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak maju diperoleh dengan persamaan sebagai berikut [5] :

$$Q1 = (\pi/4) \times d^2 \times h \times n \times Pk \quad (3)$$

Sedangkan konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak mundur diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q2 = (\pi/4) \times (ds^2 - dp^2) \times h \times n \times Pk \quad (4)$$

Sehingga diperoleh konsumsi udara untuk langkah maju (Q_1) sebesar 137 liter/menit dan konsumsi udara untuk langkah mundur 134 liter/menit.

Pembahasan

Pemanfaatan mesin mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter* di *workshop* PT Mutiara Tanjung Lestari menghasilkan kinerja mesin yang baik. Sebelum menggunakan teknologi mesin *press* dalam proses penanganan material limbah *oil* dan *fuel filter* dengan penyimpanan pada drum rata-rata hanya dapat menampung material limbah *oil* dan *fuel filter* sebesar 25 pc. Sedangkan dengan penggunaan mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter* didapatkan data rata-rata sebesar 90 pc. Sehingga manfaat penggunaan teknologi mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter* mengalami peningkatan sebesar 260 % dalam proses penanganan pengelolaan material limbah *oil* dan *fuel filter*.

KESIMPULAN

Dari temuan yang didapat dari penelitian yang sudah dilakukan, dimana spesifikasi mesin *press* limbah *oil* dan *fuel filter* terdiri dari material rangka menggunakan material UNP 100, operating work pressure cylinder pneumatic max. 10 bar, Pneumatic Cylinder type FESTO DSBG-200-500-PPVA-N3, hose pneumatic 12mm, Directional Control Valve 5/2. Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergarak maju diperoleh 137 liter/menit dan konsumsi udara untuk langkah mundur diperoleh 134 liter/menit. Dari hasil uji coba alat dengan penggunaan *pressure* 8 bar menghasilkan penurunan dimensi *oil* dan *fuel filter* rata-rata sebesar 36,2% dan ini meningkatkan penanganan material limbah *oil* dan *fuel filter* di *workshop* PT Mutiara Tanjung Lestari sebesar 260%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT Mutiara Tanjung Lestari yang telah memberikan kesempatan dan bantuan untuk terlaksananya penelitian ini. Tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada UPPM dan *Workshop* Politeknik Sinar Mas Berau Coal atas dukungannya dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah RI No 74 Tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun. 2001.
- [2] I. Taufik. Dasar-Dasar Pneumatik & Hidrolik. Yogyakarta: Anom Pustaka. 2020.
- [3] R.F. Indriyanto, M. Kabib, R. Winarso. Rancang Bangun Sistem Pengepresan Dengan Penggerak Pneumatik Pada Mesin Press dan Potong Untuk Pembuatan Kantong Plastik Ukuran 400 x 550 mm. *Jurnal Simetris*. Vol. 9 No.2, pp. 1053-1060. 2018
- [4] Esslingen. *Introduction to Pneumatics. Festo Didactic, Festo Didactic D-7300. 1978.*
- [5] Eka Ariska Indah, Y.R.H. Pengembangan Mesin Pemetong Sandal Hotel Dengan Menggunakan Sistem Pneumatik. Tugas Akhir, Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama ITS – Disnakertrans Prop.Jawa Timur Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. 49-55. 2018.
- [6] Huluk H. Menentukan Pneumatik Dalam Perancangan Mesin Pres Conblok Dengan Beban 250 Kg. *Rekayasa Industri dan Mesin*. 13-18.2023.
- [7] Rahmi,M., Suwandi, D., Suliono, S., Badruzzaman, B. Mesin Cetak Paving Block Dengan Sistem Pneumatik Untuk Home Indutry Di Kabupaten Indramayu. *In Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol 9. P.94-99. 2018.