

Perancangan Material Handling Otomatis Dengan Sistem Vacuum Pada Mesin Press

Shanti Kumbarasari¹, Albertus Khresna Phalosa¹, Irvandika Nur Ardzi¹, Reival Rey Yusti¹

¹Program Studi Teknik Mesin Industri, Politeknik Industri ATMI

Email: shanti_kumbarasari@polinatmi.ac.id, alb.khresna07@gmail.com,
irvandhika15@gmail.com, reivalrey@gmail.com

ABSTRAK

Proses pemasukan material jenis *Ferrite Ni-Zn series* secara manual pada mesin *press* berkapasitas 10 tonase dan 20 tonase dari tempat bak penampung ke mesin *press* dengan material berceceran rata-rata 8 kg dalam sehari di lantai produksi. Sampai di mesin *press*, operator naik ke mesin untuk memasukkan *raw material* ke bagian *hopper* mesin. Proses tersebut membutuhkan waktu 9,62 menit. Untuk mengurangi kecelakaan kerja, efisiensi dalam penggunaan material dan waktu maka diperlukan inovasi material *handling* otomatis dengan sistem *vacuum*. Spesifikasi alat inovasi material handling berdimensi alat 8,258 x 0,995 x 3,241 m³, motor sebesar 2 HP bertekanan 15 Kpa, MCB 3 phase 13 Ampere dan 1 phase 1,95 Ampere, peletakan sensor di setiap *hopper*, katup kontrol udara, silinder pneumatik untuk membuka dan menutup saluran udara secara otomatis. Berdasarkan *flow simulation Solidworks* dengan spesifikasi alat tersebut dapat menyalurkan *raw material Ferrite Ni-Zn series* bermassa jenis rata-rata 3580 kg/m³, berkecepatan alir 0.51 m/s secara kontinu dan tanpa ada material yang tercecer di lantai produksi.

Kata kunci: material *Ferrite Ni-Zn*, material *handling*, efisiensi

ABSTRACT

The process of manually entering *Ferrite Ni-Zn series* material in a *press* machine with a capacity of 10 tonnages and 20 tonnages from the container to the *press* with a material scattered an average of 8 kg a day on the production floor. Arriving at the *press*, the operator goes up to the machine to put *raw material* into the *hopper* part of the machine. The process takes 9.62 minutes. To reduce work accidents, efficiency in material use and time, automatic material handling innovation with a vacuum system is needed. Specifications of material handling innovation tools dimension of 8,258 x 0,995 x 3,241 m³, motor of 2 HP with a pressure of 15 Kpa, MCB 3 phase 13 Ampere and 1 phase 1.95 Ampere, laying sensors on each *hopper*, air control valve, pneumatic cylinder to open and close the air duct automatically. Based on the *flow simulation solidworks* with the specifications of the tool, it can distribute *Ferrite Ni-Zn series* raw materials with an average mass density of 3580 kg / m³, flow velocity of 0.51 m / s continuously and without any material scattered on the production floor.

Keywords: *Ferrite Ni-Zn Material, Material Handling, Efficiency*

1.1 PENDAHULUAN

Operator memindahkan material *powder granule* dari drum material dengan menggunakan gayung dan diletakkan pada beberapa ember. Apabila ember-ember sudah penuh dengan material *powder granule*, maka wadah tersebut dipindahkan ke area mesin press dengan menggunakan *trolley*. Operator naik ke bagian mesin press untuk memasukkan *raw material* ke *hopper* mesin press dengan ketinggian 3,2 m dari lantai dasar produksi. Pemindahan material secara manual ini dapat menghasilkan *waste material* sebesar 8 kg/hari akibat dari ceceran material dari drum material sampai *hopper* mesin press dengan waktu yang dibutuhkan yaitu 9,62 menit.

Kegiatan rutinitas para pekerja memberikan pengaruh pada kesehatan para pekerja yaitu para pekerja menderita gangguan *musculoskeletal* yaitu nyeri punggung bawah serta nyeri pergelangan tangan. Hal ini didapatkan dari proses pengamatan di *line* produksi, sehingga pertimbangan penentuan penanganan material yang tepat menjadi salah satu strategi perancangan proses produksi untuk menangani permasalahan tersebut. Pemilihan penanganan material mengakibatkan peningkatan produktivitas, keselamatan operator, pemanfaatan tenaga kerja secara optimal dan proses produksi yang efektif [1].

Berdasarkan proses produksi yang masih menggunakan manual maka perlu adanya sistem material *handling*. Pada umumnya proses produksi otomatisasi menggunakan sistem vakum. Penggunaan vakum dengan menggunakan udara yang terkompresi dapat mengurangi kebocoran material [2]. Apabila terjadi kebocoran pada sistem vakum maka terdapat beberapa yang perlu diperhatikan yaitu kehalusan struktur mikro, sifat magnetik pada suhu kamar atau suhu rendah, kandungan komposisi dan koefisien ekspansi termal material [3].

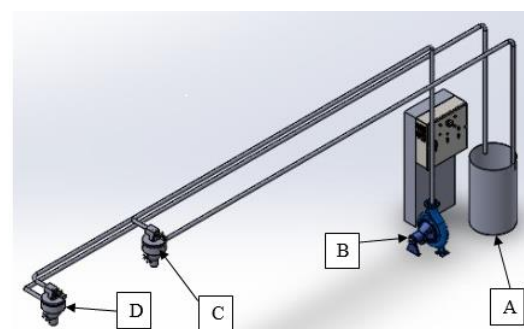
Sensor yang dipasang pada aliran material pada sistem pneumatic berfungsi untuk mengetahui laju aliran massa, mengontrol proses yang lebih baik serta dapat mengatur pengoperasian lebih efisien. Butiran material yang tidak homogen mengakibatkan waktu alir yang dibutuhkan dari tempat asal ke tempat tujuan menjadi berbeda [4]. Blower serta pompa vakum merupakan penghisap utama dalam sistem

pneumatik. Sifat linier pada tekanan dan volume aliran fluida pada blower atau pompa vakum memberikan energi pada muatan material padat berpindah ke tempat yang lebih tinggi dan cepat jika dibandingkan dengan menggunakan sistem kipas. [5]. Pada penelitian ini dilakukan proses perancangan mesin menggunakan sistem pneumatik dengan menggunakan blower sebagai alat penghisap dari bak material penampungan untuk memindahkan *powder granule* menuju 2 *hopper* mesin press untuk menanggulangi permasalahan pada sistem pemindahan material ke dalam *hopper* mesin press.

1.2 METODE PENELITIAN

Material Ferit merupakan keramik konduktif yang terdiri oksida besi, kobalt, nikel, seng, magnesium serta logam lainnya. Nickel Zinc Ferit (NiZn) mempunyai karakter permeabilitas yang tinggi, resistivitas listrik yang tinggi, stabilitas kimia dan kekerasan mekanik sehingga dapat diaplikasikan untuk part yang berfrekuensi tinggi misalnya induktor, inti transformator, perangkat gelombang mikro dan lain-lain. [6,7] Suhu pengoperasian pada material FeNiZn mempengaruhi variasi sifat permeabilitas pada inti ferit [8].

Sistem kerja mekanis pada perancangan ini yaitu tombol start ditekan maka sensor akan mengaktifkan motor, silinder 187 *engine* yang berada di *hopper* untuk membuka aliran terhadap blower sehingga dapat menghisap aliran udara dan mengalirkan material dari drum ke *hopper*. Pemasangan sensor pada *hopper* digunakan untuk indikasi mengetahui kapasitas material pada *hopper* penuh.

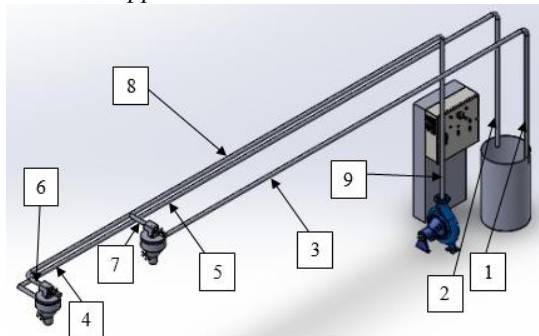


Gambar 1 Sistem Konstruksi

Keterangan:

A = drum dengan volume 150 liter dengan tinggi 99 cm

B = blower dan motor 2 Hp
 C = Hopper Mesin Press 9
 D = Hopper Mesin Press 8



Gambar 2 Konstruksi Pipa Ø 0.0508 m

Keterangan:

- 1 = Tinggi hisap 1 = 2370 mm
- 2 = Tinggi hisap 2 = 7000 mm
- 3 = Tinggi tekan dari drum ke hopper mesin C = 300 mm
- 4 = Tinggi tekan dari drum ke hopper mesin D = 300 mm
- 5 = Panjang hisap dari drum ke hopper mesin D = 500 mm
- 6 = Tinggi hisap dari hopper D ke blower = 8200 mm
- 7 = Tinggi hisap dari hopper C ke blower = 6400 mm
- 8 = Panjang hisap dari hopper C dan D ke blower = 1950 mm
- 9 = Tinggi hisap ke blower = 1950 mm

Kerugian Head Darcy-Weisbach [9]

Kerugian akibat dari gesekan pada pipa berdasarkan kekasaran

$$hf = f \times \frac{l \times v^2}{d \times 2g} \quad (1)$$

hf = kerugian head karena gesekan (m)

f = 188 ngina gesekan = 0,00015 m

d = diameter pipa (m)

l = panjang pipa (m)

V₂ = kecepatan alir material dalam pipa

g = gravitasi bumi (m²/s)

Total Dynamic Head [9]

Total gaya tekan blower = tinggi statis + angkat statis + rugi gesekan (2)

Tinggi statis = ketinggian maksimum yang dicapai oleh pipa setelah pompa

Angkat statis = ketinggian yang akan dinaikkan air sebelum sampai di pompa

Rugi gesekan = kerugian akibat gesekan di dalam pipa

Daya Hidrolik Pompa [9]

$$N_h = 0,163 \times Q \times H \times Y \quad (3)$$

H = tinggi angkat total (m)

Q = kapasitas pompa (m³/menit)

Y = berat spesifik (kg/liter)

Brake Horse Power

Daya poros blower (brake horse power atau shaft horsepower) adalah daya angkat dibagi efisiensi blower

$$N_p = \frac{N_h}{\eta_p} \quad (4)$$

N_p = shaft horsepower

N_h = daya angkat

Hp = efisiensi pompa

Daya motor penggerak boiler harus lebih besar daripada daya shaft horsepower sehingga bergantung pada jenis motor dan hubungan poros pompa dengan

$$N_m = N_p(1+A)/(\eta_p \cdot \eta_k) \quad (5)$$

A = 188 ngina yang bergantung jenis motor 0,1-0,2 untuk motor listrik

η_k = efisiensi hubungan poros,

nilai = 1 untuk poros yang dikopel langsung

Daya motor [9] yang dapat digunakan

$$W_p = W_p \times m \quad (6)$$

$$m = \rho \times A \times V \quad (7)$$

W_p = daya motor (kilowatt)

m = densitas material (kg/m³)

ρ = rho material (kg/m³)

A = luas penampang (m²)

V = kecepatan alir (m³/menit)

Bilangan Reynold

Merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran laminar, transisi atau turbulen.

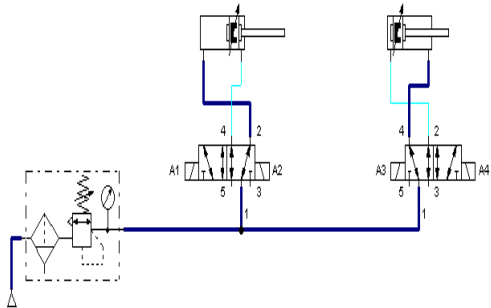
$$Re = \frac{\rho \times \vec{v} \times Di}{\mu} \quad (8)$$

ρ : Densitas (kg/m³)

μ : Viskositas Kinematis (Ns/m²)

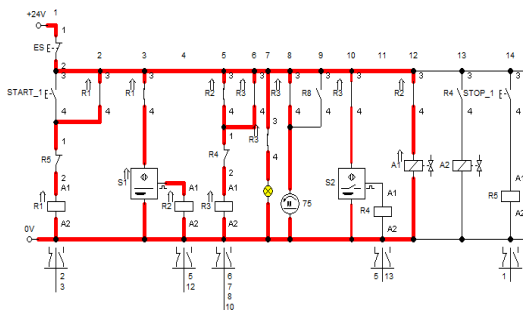
$\vec{v}$: Kecepatan (m/s)

Pada proses material handling menggunakan 189 engine kerja dan 189 orter dengan beberapa tahapan sebagai berikut:



Gambar 3 Pergerakan Aktuator

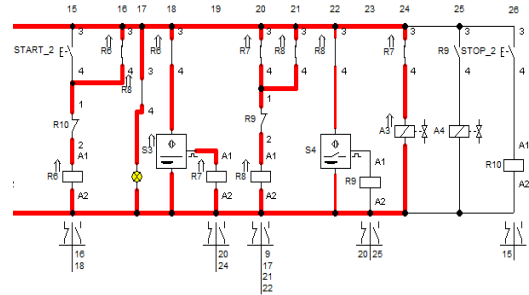
Apabila sensor sudah mendeteksi adanya material, maka sensor mengirim sinyal kepada katup untuk bergeser dan membuka aliran udara yang diilustrasikan pada gambar sebagai garis berwarna biru tua untuk mendorong silinder sehingga maju dan menutup saluran dalam pipa dan jika sensor tidak mendeteksi adanya material maka sensor akan mengirim sinyal kepada katup untuk bergeser dan membuka aliran udara untuk membuat silinder mundur.



Gambar 4 Sistem elektrik mesin nomor 8

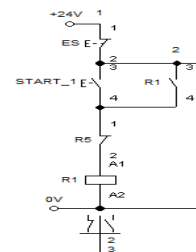
Push button 1 ditekan, aliran listrik yang diilustrasikan pada gambar sebagai garis berwarna merah akan mengalir dan 189 engine

masuk mode *stand by* dan sensor 189 engine akan mendeteksi adanya material. Apabila tidak mendeteksi material, maka akan menyalakan motor serta lampu 4 engine sehingga membuat sistem berhenti ketika sensor maksimum sudah mendeteksi material. Jika tombol stop di tekan maka akan mematikan 4 engine.



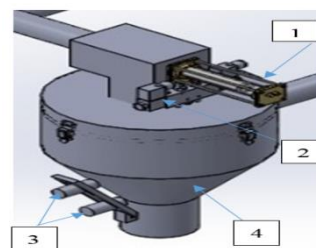
Gambar 5 sistem 2 pada mesin nomor 9

Push button 2 di tekan, maka aliran listrik yang diilustrasikan pada gambar sebagai warna merah akan mengalir dan 4 engine memasuki mode *stand by* dan sensor minimum akan mendeteksi material. Apabila tidak mendeteksi material, maka akan menyalakan motor serta lampu 4 engine dan berhenti saat sensor maksimum sudah mendeteksi material. Jika tombol stop di tekan maka akan mematikan 4 engine.



Gambar 6 Sistem Tombol Emergency

Gambar merupakan rangkaian listrik tombol emergency yang berfungsi untuk memutuskan semua aliran listrik.



Gambar 7 Desain hopper

Peletakkan sensor dan komponen yang diletakkan pada hopper yaitu sebagai berikut:

1. Cylinder pneumatic berfungsi sebagai membuka atau menutup laju an190nginaari vacuum
2. Solenoid valve yang digunakan untuk menggerakkan cylinder pneumatic.
3. Sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya material
4. Hopper berfungsi untuk menampung material.

1.3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekanan yang dihasilkan oleh blower sebesar 15 KPa. Kecepatan alir (v) adalah 15,24 m/det. [10] Faktor gesekan 0,00015 m berdasarkan tabel kekasaran gesekan pada pipa. [9]. Efisiensi pompa 0,65. [9].

Tabel 1 Efisiensi Pompa

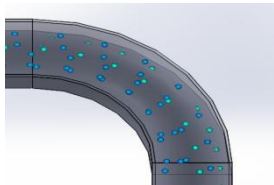
	hf ₁	0.7 m		hf ₂	0.5 m
Kons	TD	5.07 m	Kons	TDH	4.93 m
truksi	H ₁		truksi		
Pipa	NH ₁	0.15	Pipa	NH ₂	0.15
untuk		Watt	untuk		Watt
mesin	Np ₁	2.36x	mesin	Np ₂	2.36
press		10 ⁻⁴	press		x10 ⁻⁴
A			B		

Kerugian energi karena gesekan material pada pipa lurus 25,96 J/kg.



Gambar 8 Ilustrasi gesekan pada pipa lurus galvanish

Kerugian energi karena belokan/elbow 53,77 J/kg.

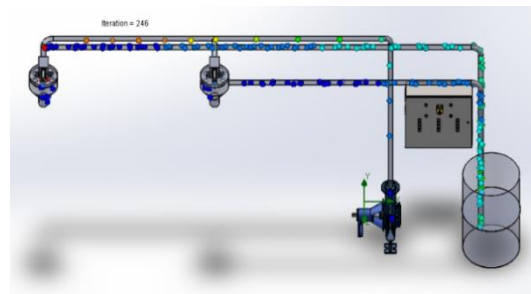


Gambar 9 Simulasi Aliran Material pada belokan pipa

Simulasi aliran material ditinjau melalui 7 bagian dari konstruksi perancangan ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Bagian yang terpasang sensor

Gambar	Nama Bagian	Keterangan
	Parameter 1 Hopper 8	Input angin dari hopper 1 ke vacuum
	Parameter 2 Hopper 9	Output material dari tanki ke hopper mesin 9
	Parameter 3 Hopper 8	Input angin dari hopper mesin 8 ke vacuum
	Parameter 4 Hopper mesin 9	Output material dari tanki ke hopper mesin 9
	Parameter 5 blower	Output angin dari hopper mesin 9 dan 8 ke vacuum
	Parameter 6 Drum/tangki material mesin 9	Input material ke hopper mesin 9
	Parameter 7 Drum/tangki material mesin 8	Input material ke hopper mesin 8



Gambar 10 Aliran Material dalam konstruksi

Aliran material yang mengalir pada konstruksi perancangan

Tabel 3. Aliran Material Pada Setiap Bagian Konstruksi Pipa (m³/s)

Material	Bi	MgO	NiO	ZiO	CuO	Fe ² O ³
Prm 1	2.E-04	2.E-02	2.E-04	2.E-04	2.E-04	2.E-04
Prm 2	1.E-04	1.E-02	1.E-04	1.E-04	1.E-04	1.E-04
Prm 3	1.E-04	1.E-02	1.E-04	1.E-04	1.E-04	1.E-04

	-					
	3.E	-1.E-	-4.E-	-1.E-	-4.E-	-6.E-
Prm 4	-06	02	05	04	05	05
	-					
	3.E	-3.E-	-3.E-	-3.E-	-3.E-	-3.E-
Prm 5	-04	02	04	04	04	04
	1.E	1.E-	1.E-	1.E-	1.E-	1.E-
Prm 6	-04	02	04	04	04	04
	1.E	1.E-	1.E-	1.E-	1.E-	1.E-
Prm 7	-04	02	04	04	04	04

Untuk setiap material yang melewati parameter 1 ke parameter 7 mempunyai nilai maksimum 2.E-02 m³/s dan nilai minimum -3. E-02 m³/s.

1.5 KESIMPULAN

Untuk meningkatkan efektivitas dalam proses produksi maka diperlukan pemilihan material handling yang tepat dengan memperhatikan keselamatan kerja. Perancangan material handling dengan sistem *vacuum* pada mesin press berdimensi 8.26 x 0.995 x 3.24 m³, panjang pipa total 26,98 m dapat mengalirkan material powder sebesar 88 ton, kecepatan alir 0,000245 m³/s. m³/s dengan massa jenis material rata-rata 3580 kg/m³ dengan tekanan 15 Kpa. MCB yang digunakan MCB 1 phase 2 Ampere dan MCB 3 phase 13 Ampere dapat menjadi salah satu alternatif untuk mempersingkat waktu produksi.

1.4 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Flixeder, Stefan, Tobias Glück, and Andreas Kugi. 2016. "Mechatronic Design, Modeling, and Control of a Demonstrator." *Mechatronics* 0:1–16. doi: 10.1016/j.mechatronics.2016.10.003.
- [2] Langer, Klaus, Felix Gabriel, Paul Bobka, Klaus Dröder, Paul Stief, Jean-yves Dantan, Alain Etienne, and Ali Siadat. 2019. "ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Model-Based Design of Energy-Efficient Vacuum-Based Handling Design of Energy-Efficient Handling Processes Vacuum-Based A New Methodology to Analyze and Physical Architecture of a, the Functional Existing Product." *Procedia CIRP* 93:538–43. doi: 10.1016/j.procir.2020.03.006.
- [3] Sgobba, S. 2017. "Vacuum for Accelerators: Introduction to Materials and Properties." *Proceedings of the 2017 CERN-Accelerator-School Course on Vacuum for Particle Accelerators, Glumslöv, Sweden* 1–30.
- [4] Arakaki, C., A. Ghaderi, and BK Datta. 2006. "Non Intrusive Mass Flow Measurements in Pneumatic Transport." in *CHoPS-05, 2006 the 5th*.
- [5] Nilesh Bodkhe, Sanghshil L. Kanekar and Tushar G. Bhore. 2015. "DESIGN, ANALYSIS & FABRICATION OF PNEUMATIC." *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)* 6(8):12–23.
- [6] Brown, Jim. 2005. "New Understandings of the Use of Ferrites in the Prevention and Suppression of RF Interference to Audio Systems." *Audio Engineering Society - 119th Convention Fall Preprints 2005* 3:1074–85.
- [7] Han, Ki Chul, Hyung Do Choi, Tak Jin Moon, Wang Sup Kim, and Kyung Yong Kim. 1995. "Dispersion Characteristics of the Complex Permeability-Permittivity of Ni-Zn Ferrite-Epoxy Composites." *Journal of Materials Science* 30(14):3567–70. doi: 10.1007/BF00351866.
- [8] Stojanović, Goran, Nikola Lečić, Mirjana Damnjanović, and Ljiljana Živanov. 2011. "Electrical and Temperature Characterization of NiZn Ferrites." *International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics* 35(3):165–76. doi: 10.3233/JAE-2011-1329.
- [9] Soufyan Moh.Noerbambang, Takeo Morimura 1991, Pradya Paramita, ISBN: 9794080055
- [10] *Pneumatic Conveying Systems Course* No. M05-010 CED Engineering. Com hal. 17