

PERANCANGAN MESIN CASE PACKER UNTUK PERUSAHAAN FARMASI PT NOVA PHARIN

Paulus Soenarjo¹⁾, Ninuk Jonoadji²⁾
Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2)}
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}
Phone: +62-31-8439040, Fax: +62-31-8417658^{1,2)}
E-mail : paulus_soenarjo@hotmail.com¹⁾ , ninukj@petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Seiring dengan kemajuan industri farmasi di Indonesia, produsen farmasi dituntut untuk membuat proses produksi dengan seefisien mungkin, sehingga menghasilkan produk dengan biaya produksi lebih murah. Salah satu proses dalam industri adalah proses pembungkusan produk, pembungkusan produk obat sirup dengan kemasan botol di PT Nova Pharin dilakukan secara manual yaitu operator melipat karton produk, memasukkan botol dalam karton, hingga memasukkan obat sirup yang sudah dikemas ke dalam kardus. Hal ini membutuhkan waktu yang lama, serta biaya produksi untuk pembungkusan yang mahal karena dibutuhkan 15 orang.

Oleh karena itu, dibutuhkan mesin yang dapat meningkatkan efisiensi proses pembungkusan.. Sehingga perancangan mesin ini menggunakan mekanisme side load case packer. Proses dalam permesinan ini mulai dari perencanaan mekanisme penghitungan jumlah produk, mekanisme penyusunan produk, mekanisme memasukan produk ke dalam kardus, dan mekanisme mendorong kardus ke mekanisme selanjutnya untuk di seal. Hasil akhir perancangan mesin ini menggunakan sistem pneumatik untuk mendorong produk, menyusun produk, memutar mekanisme untuk memposisikan kardus, hingga mendorong kardus untuk di seal. Karena mesin ini akan digunakan dalam industri farmasi, maka material yang paling banyak digunakan adalah alumium dan stainless steel. Dengan melakukan realisasi perancangan mesin ini, diketahui mekanisme berjalan dengan baik dan mampu memenuhi tujuan utama dari perancangan mesin ini.

Kata kunci: Desain, industri, mesin case packer, pembungkusan, pneumatik.

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan industri farmasi di Indonesia, para produsen di industri Indonesia dituntut untuk membuat suatu barang produksi dengan seefisien mungkin, sehingga dapat dihasilkan produk yang baik dengan biaya produksi lebih murah. Salah satu perbaikan yang dapat dilakukan adalah memperbaiki proses produksi sehingga dapat mengurangi waktu produksi.

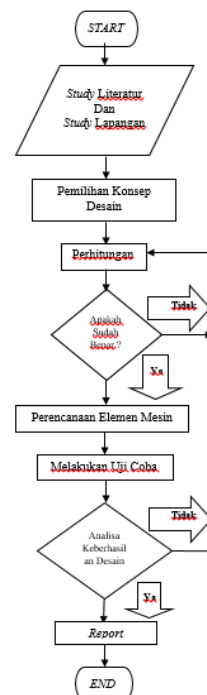
Salah satu proses adalah proses pembungkusan suatu produk. Pembungkusan yang baik dan diinginkan adalah pembungkusan yang rapi dan kuat, kualitas seragam, biaya produksi rendah, dan kapasitas produksi yang tinggi.

Selama ini proses pembungkusan produk obat sirup dengan kemasan botol di PT Nova Pharin dilakukan secara manual yaitu operator harus melipat karton produk, memasukkan botol, kertas keterangan produk, dan sendok ke dalam karton. Yang terakhir menghitung, menyusun, dan memasukkan obat sirup yang sudah dikemas ke dalam kardus untuk dikirim ke konsumen. Hal ini membutuhkan waktu yang lama, serta biaya produksi untuk pembungkusan yang mahal karena dibutuhkan sekitar 15 orang dengan target kapasitas produksi 110 botol yang dibungkus tiap menitnya. PT Nova Pharin akan menggunakan mesin kartoning untuk memasukkan botol obat sirup ke dalam karton produk. Oleh karena itu, dibutuhkan mesin *case packer* untuk memasukkan kotak obat botol sirup dari mesin kartoning ke dalam kardus yang akan dikirim ke konsumen.

Tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah merancang

dan membuat mesin case packer untuk meningkatkan efisiensi pengemasan produk obat sirup ke dalam kardus, sehingga dapat mengurangi jumlah tenaga kerja yang digunakan.

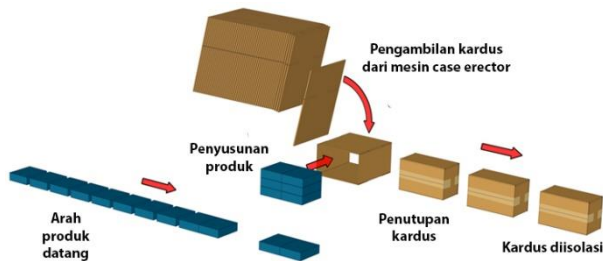
2. Metode Penelitian



Gambar 1. Bagan metode perancangan

3. Hasil dan Pembahasan Desain

Dari melihat kebutuhan dan mekanisme yang ada, penulis memilih menggunakan sistem *side load case packer* dikarenakan produk yang dibungkus dalam jumlah banyak dan sama. *Side load case packer* merupakan mekanisme memasukan produk ke dalam kardus dengan cara mendorong produk dari sisi samping kardus.



Gambar 2. Proses pengemasan menggunakan mekanisme *side load case packer*

- Urutan Cara Kerja Mesin Case Packer Hasil Perancangan



Gambar 3. Foto proses produk memasuki mekanisme penyusun melalui *conveyor*

Pertama kali input produk masuk melalui *conveyor*.



Gambar 4. Foto Proses Produk Didorong ke Mekanisme Penyusun

Setelah PLC mendeteksi ada 10 produk, maka piston 3 akan mendorong produk ke mekanisme penyusun.



Gambar 5. Foto Proses Produk Diangkat ke Atas Melewati Penahan Produk

Kemudian piston 1 akan mendorong produk ke atas sampai melewati nylon penahan sampai 5 kali.



Gambar 6. Foto Proses Pemasangan Kardus yang Telah Siap di Gawang

Begitu produk telah mencapai 50 dapat diketahui pada piston 1 telah menghitung gerakan piston naik 5 kali, maka piston 1 akan mendorong dengan panjang langkah maksimum dan piston 4 akan memutar poros gawang, hingga kardus ada diposisi siap diisi produk.



Gambar 7. Foto Proses Produk Dimasukkan Dalam Kardus

Kemudian piston 2 mendorong produk ke kardus.



Gambar 8. Foto Proses Kardus yang Akan Didorong ke Case Sealer

Kemudian piston 6 akan mendorong plat pendorong ke bawah, dan piston 5 mendorong kardus berisi 50 produk ke case sealer.



Gambar 9. Foto Hasil Pembungkusan Produk Setelah Melewati Case Sealer

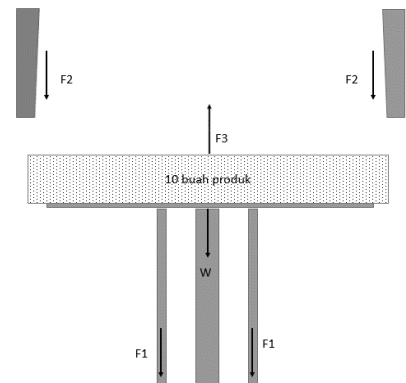
Produk yang telah melewati case sealer siap untuk dikirim ke konsumen.

• **Analisa Piston 1 Pneumatik Vertikal**

Untuk mengetahui besar gaya yang dibutuhkan dilakukan percobaan untuk mengangkat plat pendorong, piston pneumatik, pipa penahan rotasi, dan 10 buah produk menggunakan katrol, dari hasil percobaan dibutuhkan massa yang dibutuhkan sebesar ±7 kg atau gaya sebesar 68,6 N untuk mengangkat semuanya hingga produk bisa melewati gaya gesek dari nylon (F2) sebagai penahan produk yang telah didorong, sehingga bila piston mendorong 50 produk:

$$F_3 = W + (2 \times F_1) + (2 \times F_2) \dots\dots\dots(1)$$

$$= 129,4 \text{ N}$$



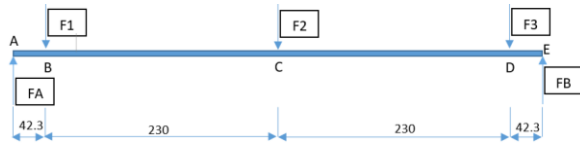
Gambar 10. Diagram Gaya Mekanisme Piston 1 Pneumatik Vertikal

Sehingga untuk mengetahui diameter minimum piston:

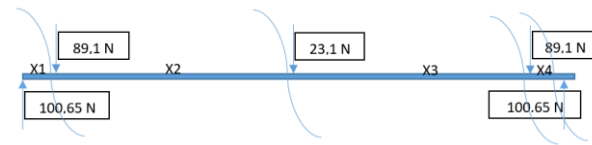
$$d^2 = \frac{F_3}{P \times 0.785 \times \mu}$$

$$d^2 = 19,35 \text{ mm}$$

• **Perencanaan Poros Gawang**



Gambar 15. Diagram Gaya Yang Diterima Poros



Gambar 16. Diagram Bodi Bebas Keseluruhan Poros

$$\sigma_1 = 24,67 \text{ MPa} \leq \frac{Syp}{N}$$

$$24,67 \text{ MPa} \leq \frac{235,36}{3}$$

$$24,67 \text{ MPa} \leq 78,45 \text{ MPa}$$

Poros yang direncanakan memiliki diameter 25 mm yang dimana tegangan kombinasi yang terjadi lebih kecil dari spesifikasi material poros baja ST-42 dengan Syp terkecil 235,36 Mpa dengan faktor keamanan 3.

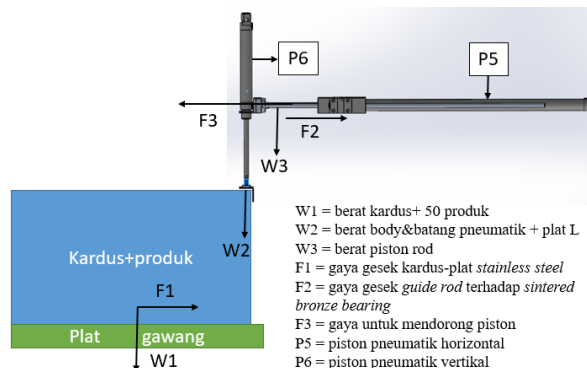
• **Perhitungan Bantalan / Bearing**

Beban statis/penggunaan normal
 $C_0 = 0,143 \text{ KN}$

Tingkat beban dinamis dasar yang dibutuhkan
 $C = P \cdot \frac{fL}{fN}$
 $C = 0,283 \text{ KN}$

Bantalan yang digunakan bantalan bola alur dalam baris tunggal AST Bearing type UCP205

• **Analisa Piston 5 dan 6 Pneumatik Pendorong**



Gambar 17. Diagram Gaya Mekanisme Pendorong Kardus

Dari gambar solidworks diatas diketahui gaya yang dibutuhkan untuk mendorong piston pneumatik sebesar gaya gesek dari guide-rod terhadap guide unit, ditambah gaya tekan plat penekan terhadap papan acrylic dan gaya gesek kardus kardus terhadap plat stainless steel yang merupakan alas permukaan gawang. Sehingga didapatkan persamaan:

$$F_3 = F_1 + F_2$$

$$F_3 = 44,21 \text{ N}$$

Diameter minimum silinder piston pneumatik:

$$d^2 = \frac{F_3}{P \times 0.785 \times \mu}$$

$$d = 11,3 \text{ mm}$$

• **Menghitung Debit Kompresor**

Dari hasil semua perhitungan kebutuhan ukuran diameter silinder piston pneumatik, akan dicari kebutuhan debit udara setiap silinder piston pneumatik untuk mengetahui spesifikasi kompresor yang dibutuhkan, maka:

$$\text{Tekanan kerja (P)} = 500000 \text{ N/m}^2 = 5 \text{ bar}$$

Menghitung Debit Udara pada Piston Pneumatik Vertical 1

$$Q_s = \left(\frac{\pi}{4} d_s\right)^2 \times v$$

$$Q_s = 4,92 \text{ liter/m}$$

Menghitung Kapasitas Waktu yang dibutuhkan untuk sekali mendorong piston

$$t_1 = \frac{(A_{\text{silinder}} \times h)}{(Q_s \times 1000)}$$

$$t_1 = 1,56 \text{ detik}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk menarik piston

$$t_2 = \frac{(A_{\text{silinder-batang}} \times h)}{(Q_s \times 1000)}$$

$$t_2 = 1,34 \text{ detik}$$

Waktu total untuk mendorong dan menarik piston

$$t_1 + t_2 = 2,9 \text{ detik}$$

Konsumsi udara yang diperlukan tiap langkah piston

$$\text{Perbandingan kompresi} = (1,013 + P) / 1,013$$

$$\text{Perbandingan kompresi} = (1,013 + 5) / 1,013 = 5,935$$

Langkah maju

$$Q_1 = A_1 \times h \times \text{perbandingan kompresi}$$

$$= 0,000804 \times 0,16 \times 5,935$$

$$= 0,000763 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Langkah mundur

$$Q_2 = A_2 \times h \times \text{perbandingan kompresi}$$

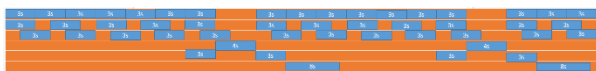
$$= 0,000691 \times 0,16 \times 5,935$$

$$= 0,000656 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Tabel 1. Kebutuhan Debit Udara Tiap Pneumatik

	Q1	Q2	Q1+Q2
Piston 1	0,0008	0,0007	0,0014
Piston 2	0,0024	0,0020	0,0043
Piston 3	0,0012	0,0010	0,0022
Piston 4	0,0015	0,0012	0,0027
Piston 5	0,0024	0,0020	0,0044
Piston 6	0,0004	0,0044	0,0007

Dengan asumsi piston 1 dan 3 memiliki waktu yang sama untuk mendorong dan menarik piston ke posisi awal selama 3 detik, piston 2 memiliki waktu 4 detik, piston 4 memiliki waktu 3 detik tiap melakukan rotasi 90°, dan piston 5 dan 6 memiliki waktu 8 detik.



Gambar 18. Siklus Kontinu Timeline Produk

Baris 1: tidak perlu dihitung

Baris 2 (piston 3): $12 \times 0,0022 \text{ m}^3$

Baris 3 (piston 1): $12 \times 0,0014 \text{ m}^3$

Baris 4 (piston 2): $2 \times 0,0043 \text{ m}^3$

Baris 5 (piston 4): $2 \times 0,0027 \text{ m}^3$

Baris 6 (piston 5&6): $2 \times 0,0051 \text{ m}^3$

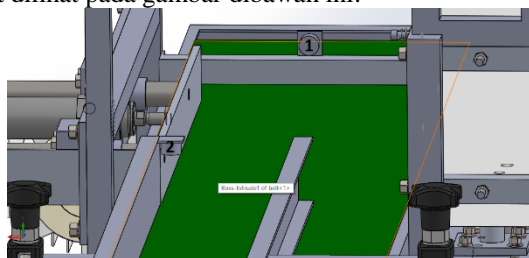
Perkiraan total kebutuhan udara tiap menit:

$$= (12 \times 0,0022) + (12 \times 0,0014) + (2 \times 0,0043) + (2 \times 0,0027) + (2 \times 0,0051)$$

$$= 0,0674 \text{ m}^3/\text{menit} = 67,4 \text{ liter/menit}$$

• Analisa Sensor

Dalam perancangan mesin *case packer* ini sensor yang digunakan adalah sensor fotoelektrik. Dalam perancangan ini menggunakan 2 buah sensor *proximity* pada kerangka *case packer*, dan 2 buah sensor *proximity* yang didesain khusus pneumatik pada setiap badan pneumatik. Letak-letak pengaplikasian sensor tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 19. Gambar Letak Sensor Proximity pada Kerangka Case Packer

Fungsi utama *proximity sensor* pada bagian ini untuk mengetahui produk bila siap didorong ke dalam mesin *case packer*. Sensor pada posisi 1 untuk mengetahui bila produk telah sampai ujung dan siap didorong. Sensor pada posisi 2 untuk mengetahui bila produk dari conveyor sudah mencapai 10 buah. Bila kedua sensor telah mendeteksi produk maka piston 3 dapat mendorong produk ke dalam mekanisme penyusun mesin *case packer*.



Gambar 20. Contoh Peletakan Sensor *Reed Switch* pada Pneumatik

Terdapat juga *Proximity sensor* pada tiap penumatik, sensor ini berfungsi sebagai *reed switch*, *reed switch* sendiri merupakan saklar listrik dioperasikan oleh medan magnet untuk menghentikan langkah piston. Fungsi utama dari sensor ini untuk mengatur panjang langkah piston pneumatik, sedangkan di dalam PLC sensor ini berfungsi untuk mengetahui posisi piston dan dapat diaplikasikan pada *counter* pergerakan piston. Pada mesin *case packer* ini digunakan 2-3 sensor diletakan pada posisi piston yang diinginkan saat maju dan mundur, serta memberitahu pada sistem PLC posisi piston.

4. Kesimpulan

Hasil akhir perancangan mesin ini menggunakan sistem pneumatik. Mesin ini dapat mendorong, menyusun produk, memutar mekanisme untuk memposisikan kardus, hingga mendorong kardus untuk di *seal*. Karena mesin ini akan digunakan dalam industri farmasi, maka material yang paling banyak digunakan adalah aluminium dan *stainless steel*.

Pada perancangan desain mesin *case packer* ini telah dilakukan dengan ukuran 1:1 realisasi sesuai dengan perhitungan yang disesuaikan dengan ketersediaan *part*. Dengan melakukan realisasi perancangan mesin ini, diketahui mekanisme berjalan dengan baik dan mampu memenuhi tujuan utama dari perancangan mesin ini.

Tabel 2. Elemen Mesin yang Digunakan

Elemen Mesin	Perencanaan Mesin Case Packer
Piston 1 Pneumatik Vertikal	Festo <i>Pneumatic drivers – double act cylinder DNC series – Standards-based cylinders</i> Nomor Part: 567886 Diameter Piston: 32 mm Panjang Langkah: 160 mm
Piston 2 Pneumatik Horizontal	CKD <i>Pneumatic drivers – double act cylinder SCA2 series – Standards-based cylinders</i> Nomor Part: SCA2-00-40B-320 Diameter Piston: 40 mm Panjang Langkah: 320 mm
Piston 3 Pneumatik Horizontal	SMC <i>Pneumatic drivers – double act cylinder CM2 series – Round cylinders</i> Nomor Part: CM2 B-32-250

	Diameter Piston: 32 mm Panjang Langkah: 250 mm
Piston 4 Pneumatik Gawang	Festo <i>Pneumatic drivers – double act cylinder DNC series – Standards-based cylinders</i> Nomor Part: 163358 Diameter Piston: 40 mm Panjang Langkah: 200 mm
Piston 4 Rod Clevis	Festo SG M12X1,25 Nomor Part: 6145
Piston 4 Swivel Flange	Festo SNCS-40 Nomor Part: 174398
Piston 5 Pneumatik Horizontal	Festo <i>Pneumatic drivers – double act cylinder DSNU series – Round cylinders</i> Nomor Part: 559294 Diameter Piston: 25 mm Panjang Langkah: 500 mm
Piston 5 Guide Unit	Festo <i>Guide Unit FENG series</i> Diameter Piston: 32 mm Panjang Langkah: 500 mm
Piston 6 Pneumatik Vertikal	Festo <i>Pneumatic drivers – double act cylinder DSNU series – Round cylinders</i> Nomor Part: 559287 Diameter Piston: 25 mm Panjang Langkah: 125 mm
Poros Gawang	Diameter Poros (solid), 25 mm Material Baja ST-42
Bantalan Gawang	Tipe AST <i>Deep Groove Ball Bearing Single UCP205</i> 2 buah
Kompresor Udara	Meiji G-22CK <i>Motor Output: 2,2 KW</i> <i>Operating Pressure: 8-10 bar</i> <i>Free Air Delivery: 240 L/min</i> Kapasitas Tangki Udara: 80 L Dimensi (PxLxT): 1227 x 394 x 770 mm Berat: 115 kg
Case Sealer	<i>Case Sealer Double Side</i> AKS-OC6050AB

5. Daftar Pustaka

1. Sularso, dan Kiyokatsu Suga (1978), (1991). Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin, (1st ed, 7nd ed). PT. Pradnya Paramita – Jakarta.
2. Robert L.Mott (2009). *P.E University of Dayton* : Elemen-elemen mesin dalam perancangan mekanis, perancangan elemen mesin terpadu, (1st ed). ANDI – Yogyakarta.
3. *Software CAD/CAE Solid Work* 2014.
4. G.Takeshi Sato, dan N. Sugiarto Hartanto (2008). Menggambar mesin menurut standar ISO (12th ed). PT Pradnya Pramita – Jakarta.
5. Aaron D.Deutshman, dkk (1975). *Machine design*. Macmillan publishing Co.,Inc. New York.
6. Ferdinand P.Beer, dkk. 2012. *Mechanics of Materials* (6th ed) . New York : The McGraw-Hill Companies, Inc.
7. Werner, H. (1991). *Pneumatics: Book of exercises with solutions*. Esslingen Germany: Festo Didactic.
8. *Pneumatic Application & Reference Handbook*, 2012. Monee : Bimba Manufacturing Company.
9. The Pneubook, SMC Corporation. Retrieved Desember 10, 2015, from https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/local/UK/Pneu_Book/pneubook.pdf
10. Basics of Sensors, Siemens Technical Education Program. Retrieved Desember 8, 2015,from <http://www.industry.usa.siemens.com/services/us/en/industry-services/training/self-study-courses/quick-step-courses/Pages/Online-quickSTEP-Training.aspx>
11. Vable, M. (2012). Stress Transformation. In *Mechanics of Material* (2nd ed., p. 385). Michigan Technology University.
12. Festo Products. Retrieved November 15, 2015,from https://www.festo.com/cat/en_us/products