

## SEMI-AUTOMATIC TORQUE MACHINE DAN RUBBER PAD SILICONE GUNA MENGURANGI CACAT PRODUK DAN CYCLE TIME PADA KEMASAN KOSMETIK TWIST REFILL JAR

Muchamad Yanuar Hafiz, Sri Harmanto, Friska Ayu Fitrianti Sugiono\*

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jalan Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, 50275, Semarang, Indonesia

\*Email: friskaayufs@polines.ac.id

---

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received date:

13 May 2024

Received in revised form date:

27 May 2024

Accepted date

30 May 2024

Available online date

20 June 2024

---

### Abstract

The assembly process on cosmetic packaging has several processes, including the assembly process of the inner jar into the outer jar, locking the inner jar into the outer jar which is done by the operator manually. This has the potential for the inner jar not to be locked into the outer jar caused by fatigue factors in operators who carry out the assembly process in large quantities. With the semi-automatic torque machine with an electropneumatic control system, it can reduce process time and reduce unlocked products that can potentially become product defects. The research method used is the Root Cause Analysis method, which identifies the problems that occur in the inner jar assembly process into the outer jar and finds out the solution that occurs. The results of the research conducted on the assembly process before the existence of tools requires a process time of 9.15 seconds for one assembly process. After the torque machine tool is obtained, the process time is 7.23 seconds with the process time set by the company of 8 seconds. So that the decrease in assembly process time can be reduced by 20.9%.

**Keywords:** Cycle time, electropneumatic, RCA, torque

---

### Kata kunci:

Cycle Time

Elektropneumatik

RCA

Torque

---

### Abstrak

Proses perakitan yang dilakukan pada kemasan kosmetik terdapat beberapa tahapan, diantaranya proses perakitan inner jar kedalam outer jar, penguncian inner jar kedalam outer jar yang dilakukan oleh operator secara manual. Hal tersebut berpotensi inner jar tidak terkunci kedalam outer jar yang disebabkan oleh faktor kelelahan pada operator yang melakukan proses perakitan dalam jumlah banyak. Dengan adanya alat bantu semi otomatis torque machine dengan sistem kontrol elektropneumatik, sehingga dapat mengurangi waktu proses serta mengurangi produk tidak terkunci yang dapat berpotensi menjadi cacat produk. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode *Root Cause Analysis* yaitu mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada proses perakitan inner jar kedalam outer jar serta mengetahui solusi penyelesaian yang terjadi. Hasil penelitian yang dilakukan pada proses perakitan sebelum adanya alat bantu membutuhkan waktu proses 9,15 detik untuk satu kali proses assembly. Setelah adanya alat bantu torque machine didapatkan hasil waktu proses 7,23 detik dengan waktu proses yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 8 detik. Sehingga penurunan waktu proses perakitan dapat berkurang hingga 20,9 %.

---

## 1. PENDAHULUAN

*Twist Refill Jar* merupakan salah satu jenis produk *jar* yang diproduksi dengan konsep desain kemasan yang dapat digunakan kembali atau disebut dengan *Refill* [1]. *Refill* merupakan proses pengisian ulang dengan menggunakan kemasan aslinya dengan isi yang baru dan sama dengan isi yang asli [2]. Produk kemasan jenis *jar* yang diproduksi oleh suatu perusahaan manufaktur biasanya terdiri dari beberapa

komponen yaitu *top cover* (tutup kemasan), *linner* (pelapis bagian dalam tutup kemasan), *inner jar* (tempat wadah *cream*), dan *outer/base jar* (bagian luar kemasan sebagai pelindung) [3]. Pada proses perakitan *inner jar* kedalam *outer jar* masih dilakukan oleh operator dengan cara manual. Selain harus memasukkan *inner jar* kedalam *outer jar*, operator harus melakukan penguncian *gate* yang ada pada *inner jar* kedalam *outer jar* dengan target produksi yang telah ditetapkan perusahaan dengan jumlah yang tidak sedikit, hal tersebut berdampak pada kelelahan operator [4].

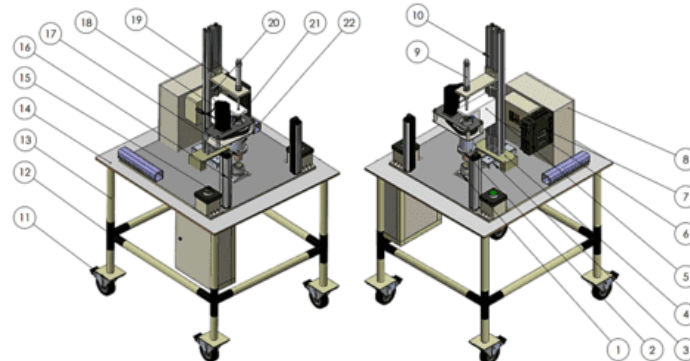
Permasalahan yang ditemukan pada proses perakitan produk kemasan jenis *jar* di industri manufaktur adalah proses tambahan di bagian *quality control* dikarenakan *inner jar* belum terkunci dengan rapat kedalam *outer jar*. Terdapat 4 sampai 6 kemasan *jar* yang melalui proses tambahan yaitu dengan dilakukannya penguncian ulang terhadap *inner jar* guna memenuhi *standard* perusahaan. Apabila proses tambahan tersebut tidak dilakukan, menjadi masalah yang besar yang berpotensi terdapat sebuah komplain terhadap produk kemasan yang tidak terkunci [5].

Dengan adanya proses tambahan untuk melakukan proses penggabungan ataupun penguncian, hal ini juga memberikan dampak pada target waktu proses yang telah ditetapkan oleh perusahaan yang tidak tercapai. Hal tersebut berakibat pada target produksi dengan jumlah 480 buah/jam hanya bisa tercapai dengan rerata jumlah 464 buah/jam [6]. Sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan pada kemasan kosmetik berjenis *jar* terutama pada *inner jar* yang tidak terkunci rapat, maka dibuatlah sebuah alat bantu yang mampu untuk memudahkan operator dalam melakukan proses perakitan yang dapat menghilangkan proses tambahan di akhir lini perakitan [7].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Perancangan dan Material *Torque Machine*

Desain *Torque Machine* ini terdiri dari rangka mesin yang dilengkapi landasan dari papan kayu dari mahoni dan dasaran meja baja dari bahan *mild steel*. Desain mempertimbangkan aspek penggunaan yang tidak memerlukan tenaga yang besar, tetapi memiliki desain konstruksi yang sesuai dengan kebutuhan area di bagian *sample assembly*. Desain *Torque Machine* ditunjukkan pada Gambar 1.

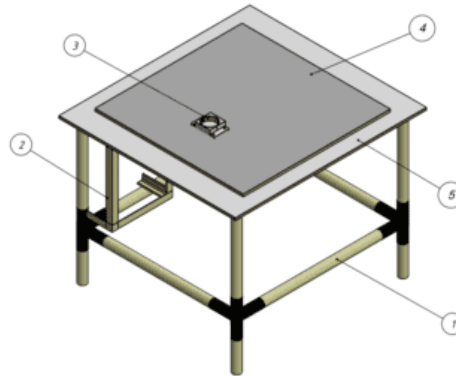


Gambar 1. Desain *torque machine*

Keterangan:

- |                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Jig Pencekam</i>                | 11. <i>Caster Wheels</i>           |
| 2. <i>Plate Rubber Pad</i>            | 12. <i>Join L3 Pipe</i>            |
| 3. <i>Dual Rod Cylinder Pneumatic</i> | 13. <i>Galvanis Steel pipe</i>     |
| 4. <i>Dudukan Aluminium Profil</i>    | 14. <i>Papan Kayu</i>              |
| 5. <i>Base V-belt</i>                 | 15. <i>Push Button</i>             |
| 6. <i>Control Box</i>                 | 16. <i>Area Sensor</i>             |
| 7. <i>Servo Driver System</i>         | 17. <i>Rubber Pad Silicone</i>     |
| 8. <i>Panel Box</i>                   | 18. <i>AC Servo Motor</i>          |
| 9. <i>Air Cylinder Pneumatic</i>      | 19. <i>L Axial Foot</i>            |
| 10. <i>Aluminium Profile</i>          | 20. <i>Dudukan Tee</i>             |
|                                       | 21. <i>AC Servo bracket</i>        |
|                                       | 22. <i>Cylinder Rotary gripper</i> |

Pada rangka dari *torque machine* terbuat dari material berbahan ASTM A36 *steel pipe*. Rangka atau *frame* berperan sebagai tempat untuk mengaitkan atau menyangga komponen-komponen mesin lainnya sehingga komponen tersebut dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Adapun beberapa fungsi dari rangka *torque machine* diantaranya sebagai penahan torsi dari mesin, penahan beban kejut yang diakibatkan adanya gaya tekan naik turun oleh silinder pneumatik, dan sebagai pendukung beban dari komponen yang berada di atasnya [8]. Gambar 2 merupakan bagian rangka dari mesin torsi.



Gambar 2. Bagian rangka *torque machine*

Dalam proses pembuatan rangka, perlu disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsi mesin yang akan digunakan. Konstruksi rangka mesin membutuhkan pemilihan material yang sesuai agar biaya yang dikeluarkan sebanding dengan performa mesin yang diinginkan. Jenis material yang digunakan dalam pembuatan rangka yaitu galvanis *steel pipe* dengan ukuran diameter 33,4 mm (570x640) mm dari material ASTM A36. Tabel 1 merupakan spesifikasi dari material ASTM A36 *steel pipe* [9].

Tabel 1. Spesifikasi material ASTM A36 *steel pipe*

PROPERTY	VALUE	UNITS
Elastic Modulus	$2 \times 10^{11}$	N/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio	0,26	N/A
Shear Modulus	$7,93 \times 10^{10}$	N/m <sup>2</sup>
Mass Density	7850	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	400.000.000	N/m <sup>2</sup>
Yield Strength	250.000.000	N/m <sup>2</sup>

Metode Penelitian yang digunakan untuk menganalisis permasalahan yang terjadi di perusahaan XY serta mengetahui solusi penyelesaian masalah pada proses perakitan *inner jar* dan *outer jar* kemasan kosmetik di lini perakitan *sample assembly* dalam penelitian ini yaitu metode *Root Cause Analysis* (RCA). Pengidentifikasi masalah dilakukan sebagai upaya untuk mengetahui penyebab dari suatu permasalahan, sehingga ditemukan sebuah solusi sebagai penyelesaiannya [10]. *Root Cause Analysis* memang merupakan komponen penting dalam pemahaman menyeluruh tentang apa yang terjadi dalam suatu kejadian. Dengan melakukan RCA, kita mencoba untuk menelusuri akar permasalahan dari suatu kejadian atau masalah, bukan hanya menangani gejala atau hasilnya saja. Pemahaman awal dari suatu kejadian menjadi langkah awal yang penting dalam proses RCA ini [11]. Informasi tersebut yang selanjutnya menjadi “pemahaman akhir” yang kemudian digunakan untuk melakukan analisis “mengapa” permasalahan terjadi [12].

Perhitungan kebutuhan silinder pneumatik digunakan untuk menentukan kebutuhan spesifikasi silinder yang akan digunakan untuk proses perakitan yaitu menggabungkan antara *inner jar* dan *base (outer) jar*. Terdapat dua jenis silinder pneumatik pada rancang bangun *torque machine*. Sebelum menentukan diameter pada piston silinder pneumatik yang akan digunakan, perlu diketahui besar gaya yang akan bekerja pada silinder atau besar beban yang akan didorong oleh silinder dengan persamaan 1 [13].

$$F = P \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad (1)$$

$$D^2 = \frac{4.F}{\pi.P} \quad (2)$$

Persentase penurunan waktu proses perakitan dapat diketahui dengan persamaan 3 berikut.

$$\text{Penurunan waktu proses} = \frac{\text{Lead time sebelum improvement} - \text{Lead time setelah improvement}}{\text{Lead time sebelum improvement}} \times 100\% \quad (3)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Perhitungan Silinder Pneumatik

Adapun beban yang akan didorong oleh silinder meliputi beban dari komponen *base pulley V-belt*, motor servo, *cylinder rotary*, *rubber pad silicone*, dan *pulley v-belt*. Nilai kebutuhan gaya total yang sudah diketahui sebesar 15,671 N. Sehingga dapat ditentukan diameter minimal pada piston silinder yang akan digunakan dengan menggunakan persamaan 1.

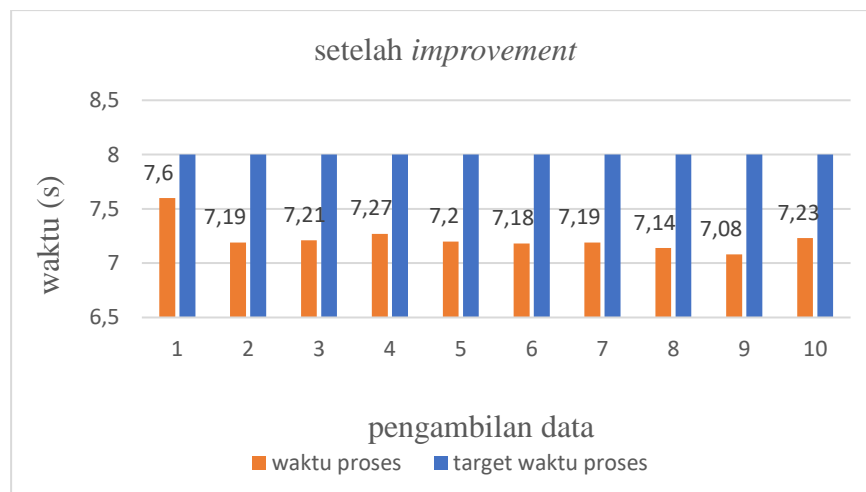
$$D^2 = \frac{4 \times 15,671 \text{ N}}{\pi \times 5 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$D^2 = 3,99058 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diameter *bore* silinder pneumatik di atas, maka spesifikasi silinder yang dibutuhkan harus memiliki diameter *bore* minimal sebesar 20 mm agar dapat mendorong beban sebesar 15,671 N, maka dipilihlah silinder pneumatik dengan spesifikasi secara umum dan memanfaatkan ketersediaan silinder pneumatik yang ada di *warehouse* PT XY, Silinder pneumatik dengan diameter *bore* 20 mm dan jarak gerak (*stroke*) 75 mm yang tersedia dan dapat digunakan adalah silinder pneumatik SMC dengan tipe CDM2B20-75AZ [14].

#### 3.2. Analisis dan Pengujian Waktu Proses

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya penurunan waktu proses yang signifikan atau tidak di lini perakitan *sample assembly* PT. XY setelah adanya *improvement* untuk proses perakitan sekaligus penguncian pada *inner jar* kedalam *outer jar*. Data waktu proses diambil terhadap 10 sampel produk *jar* pada saat proses perakitan berlangsung baik sebelum adanya *improvement* ataupun sesudah *improvement*.



Gambar 3. Grafik waktu proses perakitan *inner jar* dan *outer jar*

Gambar 3 merupakan data waktu proses perakitan *inner & outer jar* yang disajikan dalam bentuk grafik sebelum adanya sebuah *improvement* didapatkan hasil rata-rata waktu proses sebesar 9,147 detik. Kemudian, dengan adanya sebuah *improvement* menggunakan alat bantu *torque machine* pada saat proses perakitan didapatkan penurunan waktu proses dengan nilai rata-rata sebesar 7,229 detik. Sehingga dapat disimpulkan untuk persentase penurunan waktu proses perakitan dapat diketahui dengan persamaan 2.

$$\text{Penurunan waktu proses} = \frac{9,147 \text{ s} - 7,229 \text{ s}}{9,147 \text{ s}} \times 100\%$$

$$\text{Penurunan waktu proses} = 20,9 \%$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh waktu proses perakitan dapat berkurang hingga 20,9 % dari waktu sebelum adanya *improvement*. Disamping itu, penggunaan alat bantu *torque machine* dengan sistem elektropneumatik dapat menghilangkan proses tambahan di akhir lini perakitan, dikarenakan produk kemasan *jar* secara visual sudah terkunci dengan rapat melalui alat bantu yang telah digunakan. Sehingga, harapannya tidak ada produk *jar* yang tidak terkunci lagi yang berpotensi menjadi cacat produk apabila sudah sampai di tangan konsumen [15].

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari rancang bangun alat semi-*automatic torque machine* dan *rubber pad silicone* adalah sebagai berikut:

1. Telah dirancang sebuah alat bantu semi-*automatic torque machine* dengan mekanisme elektropneumatik menjadi alternatif solusi dalam mengatasi masalah terutama di lini perakitan, PT XY. Beberapa spesifikasi utama pada rancang bangun semi-*automatic torque machine* yaitu menggunakan bahan galvanis *steel pipe* untuk rangka mesin, Silinder pneumatik sebagai aktuator untuk mendorong maupun mencekam benda produk dalam proses *assembly* dengan tipe silinder pneumatik CDM2B20-75AZ, dengan menggunakan sensor *reed switch* (SMC) untuk mendeteksi keberadaan objek.
2. Rancang bangun semi-*automatic torque machine* berhasil mengatasi kendala tidak terkuncinya *gate* pada *inner jar* kedalam *base jar* yang semula terdapat proses tambahan di bagian akhir lini yang dilakukan oleh operator *quality control* untuk menyempurnakan produk *jar* yang belum terkunci sehingga mengakibatkan ketidaksesuaian *cycle time* proses *assembly*. Dengan adanya alat bantu, proses perakitan pada produk *jar* berjalan sesuai standar perusahaan yang dibuktikan dengan menurunnya waktu proses *assembly* sebesar 20,9%, dengan rata-rata waktu sebelum adanya *improvement* yaitu 9,147 detik menjadi 7,229 detik dengan standar waktu proses yang diberikan oleh perusahaan sebesar 8 detik dalam satu kali proses perakitan produk *jar*.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, M. S. A. Eka, A. A. Arifin, and D. A. Patriawan. "Evaluasi Rancangan Mesin Lathe Mini Dengan Metode Design for Manufacture and Assembly (DFMA)," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2022, pp. 1–9.
- [2] S. Imam, H. Irawan, and D. A. Patriawan, "Analisis Desain Rangka dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork," in *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 2019, pp. 575–579.
- [3] T. A. Kristiawan, Z. Abidin, P. S. Laksono, and W. I. Nugroho, "Rancang Bangun Mesin Pemasang *Snap Ring* untuk Mengurangi *Cycle Time* pada *Assembling Transmission FF* di PT. AWI," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 39–47, 2021.
- [4] A. L. Sonera, D. B. Chauhan, and T. K. Chaudhari (2017), "Design of Pneumatic Press for Bending and Punching Operation," *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, vol. 3, no. 3, pp. 439–443, 2017.
- [5] G. Vorley, *Mini guide to root cause analysis*, Quality Management and Training (Publications), Ltd, Guilford Surrey, United Kingdom, 2008.
- [6] M. U. Fajri and Y. Handoyo, "Analisis Material Baja ASTM A36 pada Daun Pintu Air Bendung Bekasi Dengan Metode Simulasi Building Information Modeling," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 53–60, 2018.
- [7] S. Y. Dimpudus, V. C. Poekoel, and P. D. K. Manembu, "Sistem Pengepakan Botol Minuman Kemasan Berbasis Programmable Logic Controller," *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, vol. 4, no. 7, pp. 65–72, 2015.
- [8] P. R. J. Kusuma, I. K. Parti, I. K. Darminta, and I. N. Mudiana, "Kajian penerapan PLC untuk

- meningkatkan produktivitas proses pengisian air dan penutup botol otomatis," *Jamatech*, vol. 3, no.2, pp. 64–70, 2022.
- [9] Y. I. Rahmawati, U. V. Simanjuntak, and D. Aprianto, "Pneumatic Brushing Machine Automation Design Based on Programmable Logic Controller (PLC)". *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 101–112, 2022.
- [10] N. Rahmiyati and M. Rahim, "Peningkatan Produktivitas Dan Kualitas Produk Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna Pada Usaha Pengembang Ekonomi Lokal Di Kota Mojokerto Propinsi Jawa Timur," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 171–182, 2015.
- [11] A. Suprayogi and P. H. Tjahjanti, "Analisa Surface Preparation pada Plat Baja ASTM A36," in *Seminar Nasional dan Gelar Produk*, 2017, pp. 188–197.
- [12] A. Yohanes and F. A. Ekoanindiyo, "Diseminasi Desain Bottle Capping Machine di CV. Memory Susu Nusantara Semarang," *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat (PENAMAS)*, vol. 6, no. 2, pp. 167–170, 2022.
- [13] M. Subhan and A. Satmoko, "Penentuan Dimensi dan Spesifikasi Silinder Pneumatik Untuk Pergerakan Tote Iridator Gamma Multiguna Batan," *Jurnal Perangkat Nuklir*, vol. 10, no. 2, pp. 50–61, 2016.
- [14] D. Murdiyanto, P. Praktikto, and P. B. Santoso, "Rekayasa Sistem Informasi Manajemen Perakitan Berbasis Group Technology untuk Mendukung Mendukung Proses Assembly Frame Body Bus," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 75–85, 2016.
- [15] M. Misdiono, "Rancang Bangun Block Jig Lifter Untuk Mengurangi Waktu Pergantian Model pada PT Philips Industries Batam," *Batam, Universitas Putra Batam*, 2020.