

Perbaikan Kesetimbangan Robot Arm Balancing untuk Proses Loading-Unloading Lembaran Plat dengan Metode Kaizen

Amelia Sugondo^{1*}, Cedric Rahardjo², Ian H. Siahaan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

²Pusat Studi Sustainable Energy, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

* Penulis korespondensi; E-mail: amelia@petra.ac.id

ABSTRAK

Kaizen merupakan suatu perbaikan secara terus menerus dalam rangka meningkatkan kepedulian terhadap keselamatan kerja, kualitas, produktivitas dan biaya. Salah satu perusahaan elektronik rumah tangga yang membuat produk AC menerapkan metode kaizen pada proses produksinya. Berdasarkan pengamatan metode kaizen, mesin *feeder* kurang efektif sehingga umur piston system pneumatik lebih kecil dari rancangannya. Keausan dini pada piston diakibatkan oleh ketidaksetimbangan distribusi beban pada mesin *feeder*. Efek dari keausan dini menyebabkan meningkatnya frekuensi kerusakan dan waktu henti karena pemeliharaan. Untuk mengimplementasikan kaizen, dilakukan modifikasi agar distribusi beban dapat lebih seimbang. Modifikasi penyeimbangan lengan robot *feeder* menghasilkan frekuensi *breakdown* yang lebih rendah dan meningkatkan usia pakai piston.

Kata kunci: Kaizen; lengan penyeimbang; pneumatik.

ABSTRACT

Kaizen is a continuous improvement to improve work safety, quality, productivity and costs. One of the household electronics company that makes AC products applies the kaizen method to its production process. Based on the observation of the kaizen method, the feeder engine is less effective so that the life of the pneumatic system piston is smaller than its design. Premature wear of the pistons is caused by an imbalance of load distribution on the feeder engine. The effects of premature wear lead to increased breakdown frequency and maintenance downtime. To implement kaizen, modifications are made so that the load distribution can be more balanced. Modification of the balancing of the feeder robot arm results in a lower breakdown frequency and increases piston life.

Keywords: *Kaizen; balancing arm; pneumatic.*

PENDAHULUAN

Saat ini banyak perusahaan semakin menyadari ketatnya persaingan usaha sehingga secara kontinyu melakukan perbaikan dari segi kualitas. Terjaganya kualitas akan meningkatkan nilai jual dan memberikan dampak pada tingkat kepuasan pelanggan atas produk yang dibeli. Pada suatu proses produksi ataupun jasa sering kali terjadi pemborosan atau *waste* tanpa memberikan nilai tambah pada produk atau jasa, hal tersebut menjadi sasaran utama penerapan metode *kaizen*. Ketika pemborosan dapat dikurangi bahkan dapat dihilangkan maka akan meningkatkan produktivitas dan profit. *Kaizen* dapat diterapkan sejak awal produksi hingga akhir proses, juga termasuk pada saat proses penyimpanan dan pengiriman ke customer. Penerapan *kaizen* juga dapat digunakan untuk mengurangi kecacatan atau kerusakan (*Not Good (NG)* pada barang [1, 2, 3].

Pada perusahaan mesin pendingin (AC) ini, banyak menggunakan sistem pneumatic sebagai peralatan penunjang proses produksi, salah satunya untuk mengangkat plat lembaran logam. Namun menurut Brian Elliot [4], komponen pada sistem pneumatik piston harus memiliki sifat yang stabil karena seal maupun piston dapat mengalami kerusakan apabila terjadi tekanan yang tidak searah dengan jalan piston. Pada penggunaannya, sistem pneumatik digabung dengan *robotic arm* yang terpasang *suction cup* untuk mengangkat dan meletakkan lembaran plat berukuran 1 x 2,5 meter pada mesin press otomatis.

Berdasarkan pengamatan di lantai produksi, didapatkan adanya kerusakan pada system pneumatic di bagian piston dengan umur komponen yang berkurang lebih dari 50% umur rancangan komponen. Berkurangnya umur piston diduga akibat karena terjadinya ketidaksetimbangan beban saat proses tersebut berlangsung. Menurut Rama Dani

[5], konsep PDCA (Plan-Do-Check-Action) dalam penerapan prinsip Kaizen dapat dilakukan untuk meningkatkan performa alat agar kegiatan dapat menjadi terstruktur dan terukur. Dari permasalahan yang timbul, dilakukan dengan memodifikasi sistem, melakukan eksperimen, mengecek rancangan modifikasi dan menerapkannya untuk mengetahui performa peralatan yang digunakan. Menurut Soesilo [6], modifikasi yang merupakan langkah perbaikan, dalam penerapannya dapat dilakukan hanya dengan perubahan-perubahan kecil sehingga tidak banyak mengubah desain dan tetap dapat bersaing secara ekonomi. Modifikasi tetap dilakukan secara hingga tercapainya tujuan untuk mengatasi ketidaksetimbangan beban selama proses.

METODE PENELITIAN

Heizer dan Barry [7] menyatakan bahwa Kaizen merupakan metode yang menerapkan berbagai cara penyempurnaan. *Kaizen* merupakan salah satu dari tujuh konsep dari *Total Quality Management (TQM)*, merupakan cara yang paling efektif.

Menurut Kato dan Art Smalley [8], enam langkah dalam penerapan *Kaizen* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah Kaizen

Paramitha [9] menyatakan bahwa *kaizen* memiliki beberapa konsep dalam perbaikan di perusahaan, yaitu: Konsep 3M (Muda Mura Muri), konsep gerakan 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke*), konsep PDCA (*Plan, Do, Check dan Action*), dan Konsep 5W+1H.

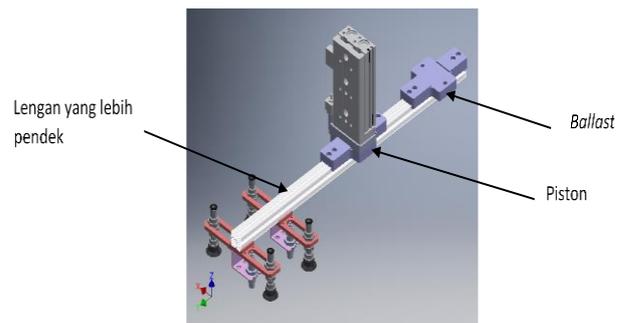
Muda merupakan segala jenis kegiatan mubasir karena tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa. Mura merupakan ketidakteraturan dan ketidakmerataan proses yang terjadi selama berlangsungnya kegiatan proses produksi. Muri merupakan beban kerja seseorang diatas batas kemampuan normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain awal lengan robot feeder

Robot feeder merupakan robot yang memberi asupan (*feed*) bahan mentah dalam hal ini plat lembaran ke proses mesin press. Mesin ini

menggunakan ujung karet yang dapat menghisap sehingga dapat mengangkat material tanpa melukai permukaan plat tersebut. Permasalahan awal yang ditemukan di perusahaan tersebut yaitu terjadi pada robot feeder. Permasalahan ditemukan oleh tim *maintenance* karena *seal* piston dari feeder mengalami kerusakan yang relatif cepat (*premature wear*) dari *life time* yang direncanakan. Hipotesa awal bahwa piston mengalami torsi yang berlebih, akibat konfigurasi tangan pengambil (*grabber/suction cup*) yang *overhanging* (gambar 2).

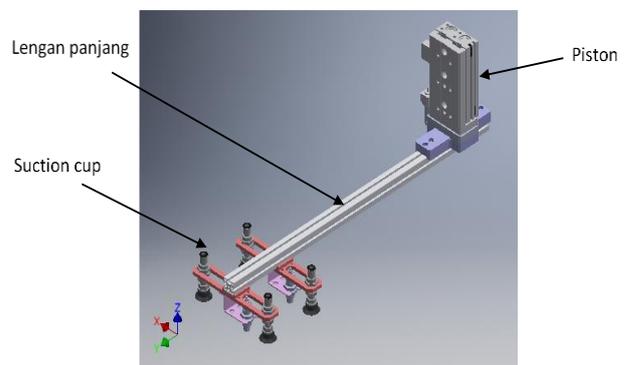


Gambar 2. Tampak isometri skets robotic arm sebelum modifikasi

Perencanaan modifikasi robotic arm

Modifikasi dilakukan dengan cara meletakkan piston di tengah-tengah *arm* (gambar 3). Dari hasil modifikasi *robotic arm*, dimungkinkan untuk menghilangkan torsi pada piston dengan menambahkan *ballast* atau penyeimbang. Selain itu lengan (L) menjadi lebih pendek, sehingga jika tidak diberi *ballast* pun torsi yang dialami oleh piston akan berkurang. Persamaan yang digunakan untuk perencanaan modifikasi ini adalah persamaan torsi (1)

$$F_{beban} \cdot L = T \tag{1}$$



Gambar 3. Tampak isometri rencana modifikasi robotic arm

Perencanaan ballast

Hasil dari modifikasi yang dilakukan dengan pengaturan jarak piston terhadap titik tengah (*center of gravity*), didapatkan adanya ketidakseimbangan

distribusi berat pada lengan. Hal ini diakibatkan oleh berat yang terpusat pada bagian depan lengan, sehingga dilakukan modifikasi ulang untuk menghasilkan keseimbangan dengan cara menambahkan pemberat (*ballast*) pada bagian belakang lengan.

Berat *ballast* diperhitungkan dengan menggunakan persamaan 1. Dengan adanya ballast, beban yang harus diangkat oleh piston pneumatik bertambah, sehingga memiliki potensi untuk menyebabkan kerusakan tambahan terhadap seal dan komponen piston. Penambahan *ballast* hanya bertujuan untuk menciptakan sistem yang seimbang sehingga meminimalisir beban torsi pada piston.

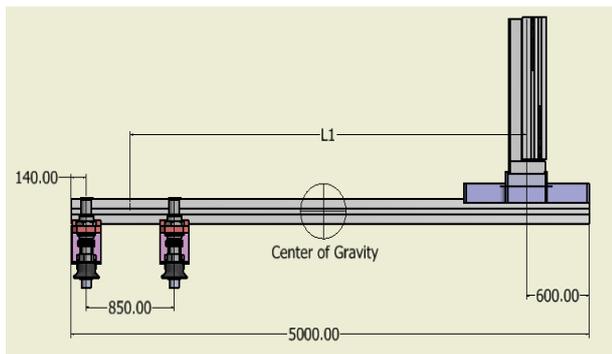
Setelah pengumpulan data, di dapatkan bahwa berat material yang diangkat oleh lengan sebesar 6-10 kg, range tersebut dikarenakan penyesuaian ukuran material yang digunakan dengan produk yang akan dibuat. Dari range yang ada, diambil berat rata-rata sebesar dari ukuran produk yang paling banyak dibuat yaitu 5.5 kg (55N). Selain berat material, ujung lengan juga dilengkapi dengan *suction cup* beserta segala kelengkapannya memiliki bobot 5.3kg (53N), sehingga bobot rata-rata pada bagian depan lengan sebesar $53+55=108\text{N}$. Modifikasi penempatan piston direncanakan untuk diletakkan di titik pusat massa lengan robot. Gambar 4 merupakan pengukuran titik tengah (*center of gravity*) dilakukan dengan metode penimbangan seperti yang dilakukan pada aviasi [10]. Jarak titik tengah hingga beban sepanjang 1,08 meter (L1), dengan panjang total L1 sebelum modifikasi 3,835 meter maka sisa lengan (L2) dapat disimpulkan menjadi 2,755 meter. Agar sistem seimbang, maka torsi yang disebabkan oleh beban harus sama dengan torsi yang disebabkan oleh *ballast* (gambar 5). Dengan data yang ada, perhitungan *ballast* dapat dilakukan dengan menyeimbangkan torsi pada titik tengah (*center of gravity*) dengan menerapkan persamaan 1.

$$F_{beban} \cdot L1 = T_{x1} \tag{2}$$

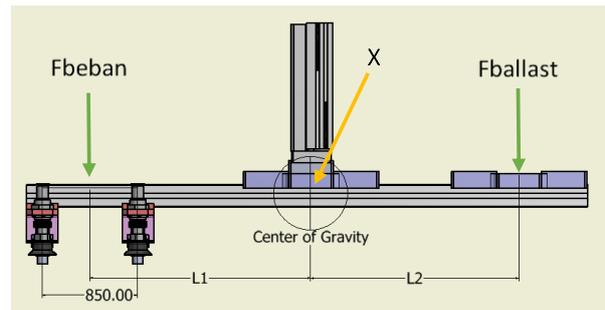
$$F_{ballast} \cdot L2 = T_{x2} \tag{3}$$

$$T_{x1} = T_{x2} \tag{4}$$

$$F_{ballast} \cdot L2 = F_{beban} \cdot L1 \tag{5}$$



Gambar 4. Dimensi lengan sebelum modifikasi



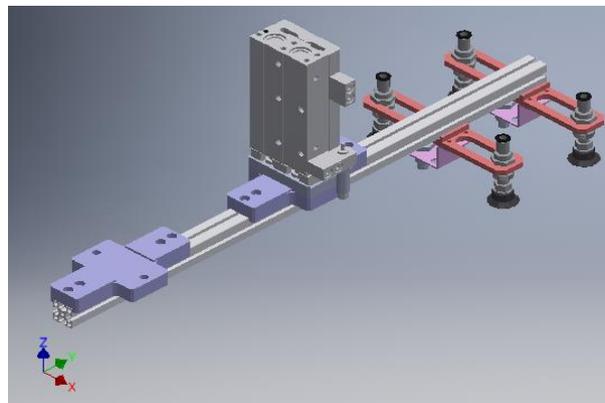
Gambar 5. Dimensi lengan setelah modifikasi (titik x sebagai titik tumpu)

Dengan persamaan (2-5) dapat diperhitungkan bahwa $F_{ballast}$ ideal sebesar 42,34 N.

Perencanaan *ballast* dan *Lm guide rail*

Dari hasil modifikasi penempatan piston dan *ballast* didapatkan bahwa ada getaran yang dialami oleh *robotic arm* ketika beroperasi, sehingga dilakukan evaluasi ulang untuk menyusun rencana perbaikan

Setelah pemasangan dan *test fit* dari modifikasi yang sudah dilakukan, masih terjadi beberapa hal yang tidak terduga. Salah satu yang berpotensi menyebabkan masalah adalah getaran yang disebabkan karena adanya dua beban pada lengan yang panjang (*ballast* dan beban material). Hal ini menyebabkan *arm* bergetar ke samping kanan dan kiri (Gambar 6)



Gambar 6. Skets getaran arm sepanjang sumbu X

Getaran ini berpotensi menyebabkan kerusakan pada sistem pneumatik maupun pergeseran penempatan material pada *die*. Oleh karena itu, modifikasi kedua dilakukan dengan menambahkan sebuah alat *Lm linear guide rail* dibagian belakang lengan. Dengan bertambahnya alat ini, beban di bagian belakang *arm* bertambah sehingga dilakukan penyesuaian ulang dengan cara mengurangi *ballast* agar seimbang. Sebelum penyesuaian konstruksi *Lm guide rail* ditimbang sehingga didapatkan bobot *Lm guide rail* sebesar 0,66kg (6,6N). Kompensasi *ballast* dilakukan sehingga gaya dari *ballast* ($F_{ballast}$) yang

awalnya sebesar 42,34N menjadi 35,74N (3,57kg). Berat *ballast* yang ideal menjadi 3,57kg (dibulatkan ke bawah menjadi 3,5kg). Gambar Pemasangan *Lm guide rail* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. *Lm Guide Rail*

KESIMPULAN

Berdasarkan pengumpulan data dan perhitungan, modifikasi *ballast* pada *robotic arm* di bagian lengan pneumatik setelah melakukan 6 langkah *Kaizen* dapat dilakukan berdasarkan hasil yaitu penambahan *ballast* seberat 3,5 Kg pada bagian belakang dan silinder piston dipindahkan menjadi 1,08 meter dari *suction cup*.

Improvement yang dilakukan dari segi produktivitas menghasilkan *maintenance frequency* yang sebelumnya piston rusak pada interval waktu 6 bulan menjadi 12 ataupun 24 bulan. *Loss time* dari *downtime* mesin sebanyak 2 juta rupiah untuk waktu 10 menit, sehingga sedapat mungkin pergantian piston dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Fatkhurrohman, A., Subawa, 2016. "Penerapan Kaizen Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Produk Pada Bagian Banbury PT Bridgestone Tire Indonesia", Bekasi (ID): Akademi Sekretari dan Manajemen Bina Insani.
- [2]. Womack, J. P. & Jones, D. T., 2003, "*Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*". New York, NY 10020:Free Press.
- [3]. Putro, I. A., 2020, "Penerapan Konsep Kaizen Untuk Menurunkan *Lead Time Express Maintenance* Pada PT Indomobil Trada Nasional Depok". Jurnal IKRA-ITH TEKNOLOGI Vol 4 No 3, hal 31-39.
- [4]. Elliott, B. S., 2006, *Compressed Air Operations Manual*, McGraw Hill Book Company.
- [5]. Dhani, R. & Mayasari, A., 2020. "Penerapan Prinsip Kaizen dalam Metode PDCA Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Produk Gentong", Jurnal Penelitian Inovasi dan Pengelolaan Industri, Vol 1 No 2, hal 25-33.
- [6]. Soesilo, R., 2017. "Implementasi Kaizen Dan 5S Pada Pengeringan Produk Di Proses Plating", Jurnal Teknik Industri, Vol. 18, No.02, hal. 121-126.
- [7]. Heizer, J., Barry, R., 2005. "Manajemen Operasi", Jakarta: Salemba Empat.
- [8]. Smalley, A., Isao, K., 2011. "Toyota Kaizen Methods", Jakarta: Gradien Mediatama.
- [9]. Paramita, P. D., 2012. Penerapan Kaizen Dalam Perusahaan. Jurnal Manajemen, hal 1-11.
- [10]. Agus, P., 2011 *Aircraft weight and balance*, <https://avionika01.wordpress.com/2011/05/27/menimbang-berat-pesawat-terbang/>