

Perakitan Lengan Magnet pada Robot Transfer Lid di Industri Susu PT. X

Dicky Nur Zakariyah^{1,*}, Sibut¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Lengan Magnet
Robot Transfer Lid
Neodimium
Pneumatik

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang perakitan lengan magnet yang digunakan pada robot transfer lid untuk membantu proses produksi di industri susu. Di industri susu, proses pemindahan lid dari mesin ke dalam box masih dilakukan secara manual oleh pekerja, yang bisa melelahkan dan kurang efisien. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancanglah sebuah alat berupa lengan robot yang dilengkapi dengan magnet permanen jenis neodimium dari bekas hardisk. Magnet ini dipilih karena mudah ditemukan dan memiliki daya tarik yang kuat. Sistem kerja lengan robot ini dibantu oleh aktuatur pneumatik yang memungkinkan gerakan naik turun magnet secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan variasi jarak antar magnet, yaitu 0 cm, 1 cm, dan 2 cm untuk mengetahui jarak yang paling efektif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak 1 cm memberikan hasil terbaik, karena mampu mengangkat lid dengan kuat dan tetap mudah dilepaskan oleh aktuatur. Dengan alat ini, proses pemindahan lid dapat dilakukan secara otomatis, cepat, dan lebih rapi, sehingga membantu meningkatkan efisiensi kerja di industri susu.

* **Corresponding author:**

Dicky Nur Zakariyah (email: dickynurzakariyah@gmail.com)

Diterima: 12 Agustus 2025

Disetujui: 16 September 2025

Dipublikasikan: 11 November 2025

1 Pendahuluan

Tutup kaleng atau lid berperan penting dalam menjaga kebersihan dan kualitas makanan di dalam kemasan kaleng. Fungsinya yang utama adalah melindungi makanan dari paparan udara dan kelembapan, sehingga dapat memperpanjang daya simpan serta mempertahankan kesegarannya [1].

Salah satu tugas manusia yang bisa diambil alih oleh robot adalah memindahkan barang dari satu titik ke titik lainnya. Di industri susu kental manis yang memproduksi lid atau tutup kaleng, proses memindahkan lid dari konveyor mesin end-o-mat ke dalam box masih mengandalkan tenaga manusia. Aktivitas ini sangat bergantung pada jumlah pekerja yang tersedia. Selain itu, jika terjadi gangguan pada mesin, para pekerja harus bolak-balik memeriksa kondisi mesin, bahkan terkadang harus melakukan perbaikan mesin. Jika dilakukan secara terus menerus, hal ini bisa menjadi beban yang cukup menyulitkan bagi mereka.

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai jenis lengan robot otomatis telah digunakan di berbagai bidang industri, terutama industri makanan yang selalu mengutamakan sterilisasi produksi. Penerapan teknologi ini bertujuan untuk mengurangi beban kerja para karyawan industri dan menggantikan tugas pemindahan barang yang beresiko serta menguras tenaga.

Saat ini, teknologi komputerisasi seperti robot dan sistem otomatis yang fleksibel semakin banyak digunakan dalam proses produksi dan pengendalian kualitas untuk menggantikan cara kerja manual. Penerapan sistem otomatis ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi, menurunkan biaya operasional, serta menghasilkan kualitas produk yang lebih baik. Dengan teknologi ini, peran manusia dalam beberapa proses dapat digantikan sepenuhnya oleh lengan robot pemindah barang di dunia industri [2].

perancangan robot transfer lid bertujuan untuk memudahkan proses pemindahan lid dari konveyor mesin end-o-mat ke dalam box. Lengan magnet menjadi bagian yang sangat penting karena memiliki peran utama

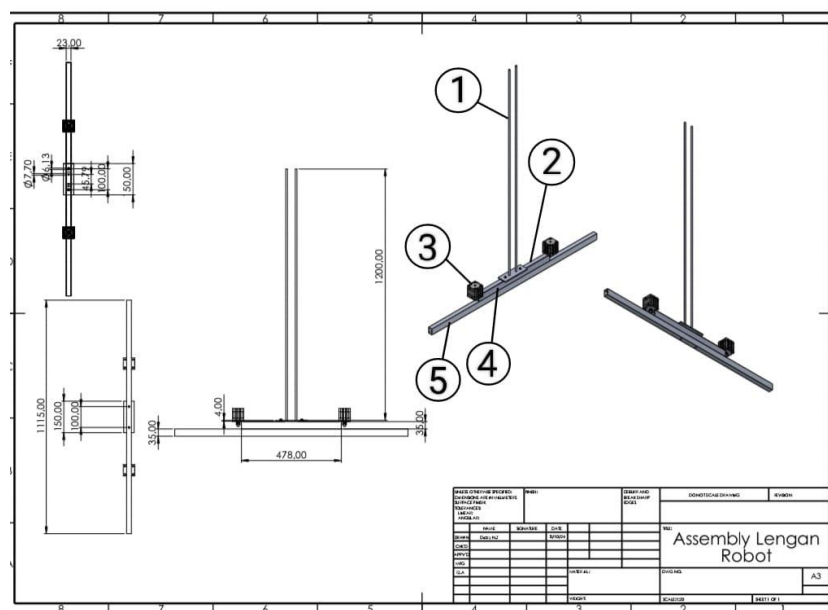
bersentuhan langsung dengan barang yang akan dipindah, tentu saja hal itu sangat mempengaruhi kualitas kelayakan dari robot tersebut

oleh karena itu penelitian akan difokuskan di daerah lengan magnet, lengan magnet nantinya akan menggunakan magnet permanen berjenis neodimium dari bekas hardisk yang akan digerakkan oleh pneumatik double acting cilinder karena mudah diaplikasikan dan mudah untuk didapatkan [3]. Selain itu magnet neodimium memiliki kekuatan daya cengkram yang luar biasa dibanding jenis magnet permanen lainnya, sehingga sangat cocok digunakan di dunia peralatan industri [4], [5].

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di workshop can making PT. Indolakto Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur. Dalam proses penelitian perakitan lengan magnet untuk robot transfer lid, tahapan pengambilan, pengumpulan, dan pengolahan data menjadi bagian penting untuk memastikan desain alat sesuai dengan kebutuhan dan dapat berfungsi secara optimal. Pendekatan ini dilakukan secara sistematis agar informasi yang diperoleh dapat mendukung proses perancangan dari segi teknis maupun fungsional.

Pembuatan Desain Lengan Magnet



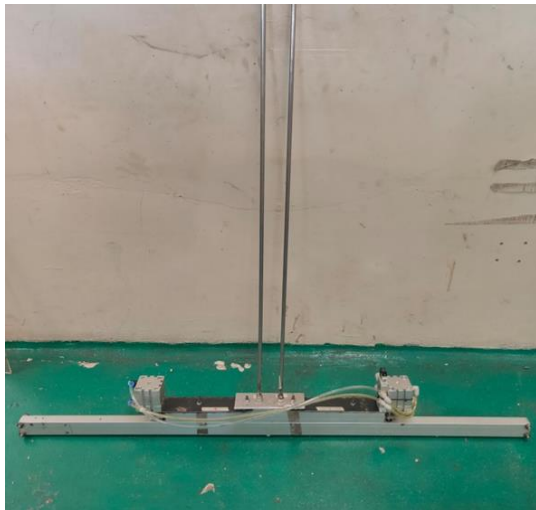
Gambar 1 Komponen utama lengan magnet robot transfer lid

Pembuatan desain lengan magnet menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020 untuk menggambar seluruh komponen lengan magnet dalam bentuk part, assembly dan drawing. Komponen utama yang gambar meliputi :

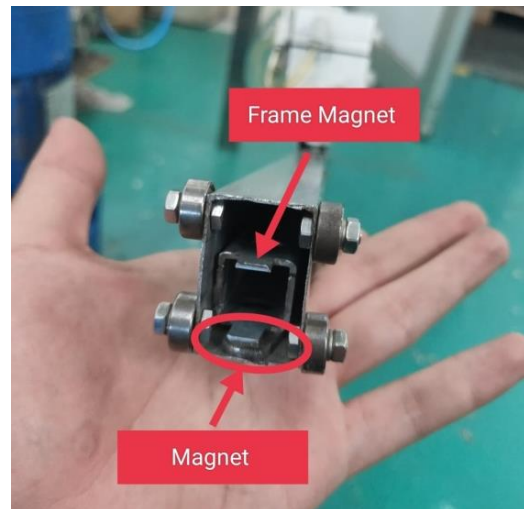
1. Shaft lengan magnet
2. Braket aktuator
3. Aktuator
4. Balok atas lengan magnet
5. Balok bawah lengan magnet

Perakitan lengan magnet adalah proses perakitan atau perancangan komponen yang kita buat mulai dari bentuk bahan-bahan hingga menjadi suatu bentuk produk jadi yang dimulai dari pemasangan magnet pada frame magnet, kemudian melakukan pelubangan pada balok aluminium atas dan bawah untuk menggabungkan keduanya. Pada ujung balok bawah dipasangkan bearing kecil untuk mengurangi gesekan saat lengan magnet digunakan nantinya, setelah itu frame magnet dimasukkan dan dipasangkan kedalam balok aluminium bawah. Pada bagian balok aluminium atas dipasangkan braket aktuator serta aktuator pneumatiknya, setelah proses tersebut selesai solenoid valve dan selang pneumatik dihubungkan untuk mengatur aliran udara yang menjadi sumber tenaga penggerak naik turun aktuator,

terakhir yaitu pemasangan shaft lengan magnet dibagian balok aluminium atas dengan diikat menggunakan baut pengunci.



Gambar 2 Hasil perakitan lengan magnet tampak depan



Gambar 3 Letak magnet di dalam lengan robot

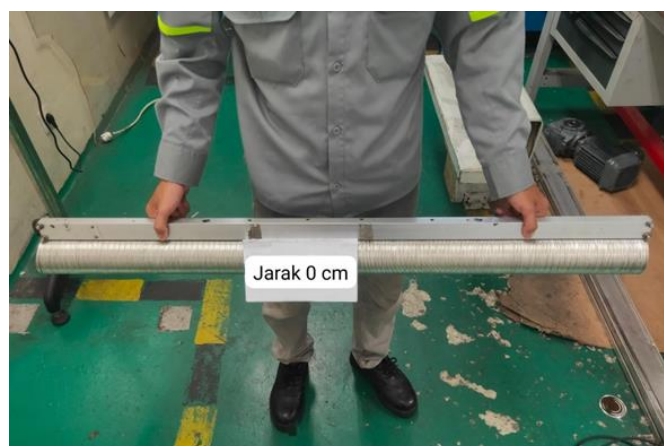
Pada gambar 2 dan 3 merupakan hasil proses perakitan lengan magnet robot, yang memiliki komponen pencengkram utama yaitu magnet permanen berjenis neodimium yang digerakkan secara langsung oleh aktuator pneumatik. Proses perakitan pada pembuatan alat tersebut menggunakan baut M4, M6, dan M8 sebagai pengikat antar komponennya.

3 Hasil dan Pembahasan

Setelah proses desain dan perakitan selesai, dilakukan pengujian untuk mengevaluasi kinerja lengan magnet dalam mengangkat dan melepaskan lid. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui jarak antar magnet yang paling efektif untuk mendukung proses transfer lid secara otomatis, lancar dan efisien.

3.1 Pengujian Hasil Perakitan Variasi Jarak Antar Magnet Terhadap Waktu Delay Aktuator

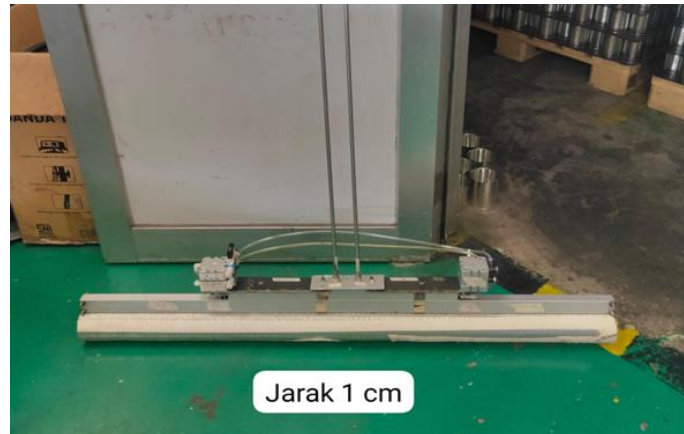
Jarak Antar Magnet 0 CM



Gambar 4 Pengujian jarak antar magnet 0 cm

Pada gambar 4 merupakan pengujian variasi jarak antar magnet 0 cm, dapat dilihat bahwa lid dapat menempel secara rapi dan sangat kuat di area lengan magnet tetapi pada saat aktuator akan menarik magnet ke atas untuk melakukan pelepasan cengkaman terhadap lid, aktuator mengalami delay yang cukup lama

Jarak Antar Magnet 1 CM



Gambar 5 Pengujian jarak antar magnet 1 cm

Pada gambar 5 merupakan pengujian variasi jarak antar magnet 1 cm, dapat dilihat bahwa lid dapat menempel secara rapi dan sangat kuat di area lengan magnet, walaupun lid yang menempel sangat kuat dan rapi akan tetapi pada saat aktuator akan menarik magnet ke atas untuk melakukan pelepasan cengkaman terhadap lid, aktuator bisa dengan mudah melakukannya dan tidak membutuhkan waktu terlalu lama untuk langkah tersebut.

Jarak Antar Magnet 2 CM



Gambar 6 Pengujian jarak antar magnet 2 cm

Pada gambar 6 merupakan pengujian variasi jarak antar magnet 2 cm, dapat dilihat bahwa lid dapat menempel tetapi kurang rapi dan berantakan di area lengan magnet, hal tersebut bisa disebabkan karena jarak antar magnet yang mulai terlalu jauh, akan tetapi pada saat aktuator menarik magnet ke atas untuk melakukan pelepasan cengkaman terhadap lid, aktuator dapat dengan mudah melakukannya dan tidak membutuhkan waktu lama untuk langkah tersebut.

Berdasarkan hasil dari pengujian secara eksperimen pada lengan magnet robot dengan tiga variasi jarak antar magnet yang berbeda, yaitu 0 cm, 1 cm dan 2 cm, serta pada setiap variasi dilakukan lima kali percobaan dengan tujuan mendapatkan data yang akurat untuk memperoleh titik keseimbangan antara daya tarik maksimal dan kemudahan pelepasan yang dilakukan oleh aktuator. Maka dari itu sampel yang telah di uji secara eksperimen mendapatkan hasil yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil eksperimen

No	Sampel	Waktu Delay Aktuator	Berat Lid Yang Dapat Di Angkut
1.	Variasi jarak antar magnet 0 cm	2,3 detik	4,1 kg
2.	Variasi jarak antar magnet 0 cm	2,3 detik	4,1 kg
3.	Variasi jarak antar magnet 0 cm	2,4 detik	4,1 kg
4.	Variasi jarak antar magnet 0 cm	2,3 detik	4,1 kg
5.	Variasi jarak antar magnet 0 cm	2,2 detik	4,1 kg
6.	Variasi jarak antar magnet 1 cm	0,8 detik	4,1 kg
7.	Variasi jarak antar magnet 1 cm	1 detik	4,1 kg
8.	Variasi jarak antar magnet 1 cm	1 detik	4,1 kg
9.	Variasi jarak antar magnet 1 cm	0,8 detik	4,1 kg
10.	Variasi jarak antar magnet 1 cm	0,7 detik	4,1 kg
11.	Variasi jarak antar magnet 2 cm	0,6 detik	3,8 kg
12.	Variasi jarak antar magnet 2 cm	0,6 detik	3,8 kg
13.	Variasi jarak antar magnet 2 cm	0,6 detik	3,8 kg
14.	Variasi jarak antar magnet 2 cm	0,7 detik	3,8 kg
15.	Variasi jarak antar magnet 2 cm	0,6 detik	3,8 kg

Dari data hasil pengujian eksperimen yang terdapat pada tabel 4.1, dapat dilihat bahwa pengujian variasi jarak antar magnet dengan tujuan mendapatkan data yang akurat untuk memperoleh titik keseimbangan antara daya tarik maksimal dan kemudahan pelepasan yang dilakukan oleh aktuator pada sampel yang pertama memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 2,3 detik, sampel kedua memiliki berat lid sebesar 4,1 kg, dan waktu delay aktuator 2,3 detik, ketiga memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 2,4 detik, keempat memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 2,3 detik, kemudian kelima memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 2,2 detik. Dari kelima pengulangan percobaan dengan variasi jarak antar magnet 0 cm tersebut dapat di nilai bahwa lid yang menempel sangat rapi dan kuat tetapi aktuator masih terlalu lama dan sulit untuk melepaskan daya cengkramnya.

Pada pengujian variasi jarak antar magnet 1 cm pengujian yang pertama memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 0,8 detik, sampel kedua memiliki berat lid sebesar 4,1 kg, dan waktu delay aktuator 1 detik, ketiga memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 1 detik, keempat memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 0,8 detik, kemudian kelima memiliki berat lid sebesar 4,1 kg dan waktu delay aktuator 0,7 detik.. Dari kelima pengulangan percobaan dengan variasi jarak antar magnet 1 cm tersebut dapat di nilai bahwa lid yang menempel sangat rapi dan kuat tetapi aktuator dapat dengan mudah untuk melepaskan daya cengkramnya dan tidak membutuhkan waktu yang terlalu lama.

Untuk selanjutnya pengujian variasi jarak antar magnet 2 cm, pada pengujian yang pertama memiliki berat lid sebesar 3,8 kg dan waktu delay aktuator 0,5 detik, sampel kedua memiliki berat lid sebesar 3,8 kg, dan waktu delay aktuator 0,6 detik, ketiga memiliki berat lid sebesar 3,8 kg dan waktu delay aktuator 0,6 detik, keempat memiliki berat lid sebesar 3,8 kg dan waktu delay aktuator 0,7 detik, kemudian kelima memiliki berat lid sebesar 3,8 kg dan waktu delay aktuator 0,6 detik. Dari kelima pengulangan percobaan dengan variasi jarak antar magnet 2 cm tersebut dapat di nilai bahwa lid yang menempel kurang rapi dan banyak yang berjatuhan tetapi aktuator dapat dengan sangat mudah untuk melepaskan daya cengkramnya dan tidak membutuhkan waktu yang terlalu lama.

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa variasi jarak antar magnet pada lengan magnet robot sangat berpengaruh terhadap performa daya tarik magnet terhadap benda yang diangkut. Variasi jarak yang layak digunakan adalah sebesar 1 cm, karena pada jarak ini lid yang diangkat dapat menempel dengan rapi dan kuat, serta aktuator dapat dengan mudah melepaskan daya cengkramnya tanpa membutuhkan waktu yang lama.

Secara umum, jarak variasi antar magnet mulai dari 0 cm, 1 cm hingga yang paling jauh 2 cm, sangat memengaruhi kekuatan daya tarik magnet. Semakin kecil jarak antar magnet permanen dengan kutub yang berbeda, semakin besar pula gaya tarik magnet terhadap benda yang diangkut, karena medan magnet dari masing-masing kutub saling memperkuat satu sama lain. Sebaliknya, jika jarak antar kutub semakin jauh, maka gaya tarik magnet terhadap benda semakin melemah.

4 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian robot transfer lid dengan lengan magnet di industri susu yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Lengan magnet berhasil dirakit dengan menggunakan bahan aluminium hollow dan magnet neodimium bekas hardisk, yang kemudian dikombinasikan dengan aktuator pneumatik sebagai penggerak sistem otomatis.

Hasil pengujian terhadap variasi jarak antar magnet menunjukkan bahwa konfigurasi jarak 1 cm merupakan pilihan terbaik. Pada jarak ini, lid yang diangkat mampu menempel dengan kuat sekaligus dapat dilepaskan dengan cepat oleh aktuator.

Secara spesifik, pada jarak 1 cm lid menempel secara rapi dan kuat, menyerupai kekuatan daya tarik pada jarak 0 cm, namun waktu delay pelepasan oleh aktuator jauh lebih singkat, yakni hanya sekitar 0,7 hingga 1 detik. Sebaliknya, jarak 0 cm menghasilkan gaya tarik magnet yang terlalu kuat, sehingga aktuator membutuhkan waktu delay yang cukup lama, kurang lebih 2,3 detik, untuk melepaskan lid.

Sementara itu, jarak 2 cm memberikan daya tarik yang terlalu lemah, sehingga lid mudah terlepas dan menyebabkan ketidakstabilan dalam proses pemindahan.

Dengan adanya sistem lengan magnet ini, proses pemindahan lid dari mesin ke dalam box dapat dilakukan secara otomatis, lebih cepat, dan rapi. Hal ini tentunya membantu mengurangi beban kerja operator serta meningkatkan efisiensi kerja di industri susu.

5 Referensi

- [1] F. L. Tungkup and G. Sirait, "Perancangan ulang tutup kaleng makanan yang aman," *Jurnal Comasie*, vol. 9, no. 6, pp. 741–750, 2023.
- [2] A. R. Renhat Baathinnur, "Rancang bangun lengan robot pemilah paket barang otomatis berbasis Radio Frequency Identification (RFID)," Skripsi Sarjana, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, 2018.
- [3] M. Maryadi, "Modul Pneumatik dengan Aplikasinya". Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.
- [4] S. Hamidzadeh, Study of Magnetic Properties and Demagnetization Models of Permanent Magnets for Electric Vehicles Application, M.Eng. thesis, Dept. of Mining and Materials Engineering, McGill Univ., Montréal, Québec, Canada, 2016.
- [5] A. R. Cahyana, "Pengaruh jumlah magnet permanen dan air gap terhadap torsi maksimum axial external magnetic spur gear," Tugas Akhir, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2018.
- [6] M. M. Nst, M. Saputri, and N. Hasanah, Pengantar Listrik dan Magnet. Purbalingga: Eureka Media Aksara, 2024.
- [7] A. H. Memar, N. Mastronarde, and E. T. Esfahani, "Design of a novel variable stiffness gripper using permanent magnets," in *Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Autom. (ICRA)*, Singapore, 2017.
- [8] B. G. Pamungkas, Suyitno, Daryanto, and P. Sebayang, "Pengaruh dimensi magnet permanen NdFeB dan jarak celah udara terhadap kinerja generator magnet permanen fluks aksial satu fasa," *J. Electr. Vocational Educ. Technol.*, Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017.