

Kajian literatur : Perbandingan Sensor Dalam Mensortir Material Berbahan Metal

Sandy Prawira, Hira Meidia *

Teknik Elektro Universitas Multimedia Nusantara, Jl. Scientia Boulevard, Gading Serpong, Tangerang, Banten 15811

*hira.meidia@umn.ac.id

Diterima 23 April 2019

Disetujui 24 Juni 2019

Abstrak – Dalam industri manufaktur telah banyak digunakan komponen sensor yang berfungsi untuk mensortir material berbahan metal. Pada artikel ini, metode yang digunakan dalam mensortir material berbahan metal dan non-metal dibandingkan untuk mempelajari kelebihan metode-metode tersebut. Metode yang akan dibandingkan yaitu metode dengan menggunakan sensor proximity induktif, arus eddy, dan *dual energy x-ray transmission*. Pada sensor proximity induktif hanya dapat dipicu oleh material berbahan metal yang lewat didepannya. Sedangkan untuk metode arus eddy, pada ujung rotor konveyor belt ditanami magnet permamen sehingga menghasilkan arus yang dapat memisahkan bahan metal dan non-metal ketika rotor tersebut berputar. Pada metode *dual energy x-ray transmission*, jenis material benda yang lewat berdasarkan kepadatan dan warna akan terdeteksi oleh x-ray.

Indeks –Sensor proximity induktif, arus eddy, *dual energy x-ray transmission*

I. PENDAHULUAN

Pada era industri 4.0 ini, penggunaan sensor pada bidang industri dalam proses mensortir material sudah mulai banyak digunakan. Hal ini terjadi karena sensor dianggap lebih cepat dalam merespon suatu masukan yang terdeteksi dan dapat terotomasi. Sistem terotomasi merupakan sistem yang dapat beroperasi dengan sedikit bantuan dari manusia atau bahkan tanpa bantuan manusia sama sekali [1], karena tujuan dari otomasi itu sendiri adalah mengurangi campur tangan manusia dalam bidang industri [2]. Sistem terotomasi mengurangi tingkat kecelakaan apabila terjadi malfungsi pada suatu sistem industri dan meningkatkan tingkat produktivitas suatu industri, dimana manusia tidak dapat mengimbangnya. Sistem yang terotomasi cenderung memiliki dampak yang sangat besar dalam bidang industri, seperti meningkatkan efisiensi waktu kerja yang diperlukan, proses lebih presisi dan akurat, memproduksi sesuatu secara massal dan cepat, meningkatkan keuntungan yang diperoleh suatu bidang industri. Pada bidang industri, proses mensortir barang merupakan salah satu hal yang penting pada pabrik manufaktur, daur

ulang, dan lainnya[3]. Salah satu material yang terpenting untuk disortir adalah material berbahan metal. Material metal merupakan material yang dapat didaur ulang terus menerus untuk dijadikan komponen baru atau tergantung kebutuhan. Pentingnya sistem sortir yang terotomasi karena mensortir barang dengan klasifikasi tertentu seperti jenis material, ukuran, warna, dan lainnya diperlukan dengan sangat cepat, tepat, efisien waktu dan tenaga, sehingga mendapat untung yang lebih besar karena proses yang cepat [4][5]. Sensor yang digunakan pada proses mensortir material antara lain, sensor proximity induktif, arus eddy, dan sinar *dual energy x-ray transmission*. Sensor proximity induktif bekerja dengan cara memancarkan gelombang elektromagnetik pada bagian depan sensor dan ketika ada barang berbahan metal yang lewat didepan sensor, osilator yang ada pada sensor proximity akan hilang dan ini menandakan bahwa ada barang berbahan metal didepan sensor, sehingga akan memicu trigger untuk menjalankan proses yang telah diprogram sebelumnya [6]. Pada prinsip arus eddy, magnet yang kuat ditanam pada ujung rotor konveyor belt yang berputar, magnet yang berputar menghasilkan medan magnet dan menimbulkan arus listrik sesuai dengan volume magnet, gaya tersebut disebut gaya Lorentz, dan gaya Lorentz ini yang memisahkan material metal dan material non-metal [7]. Pada prinsip kerja sortir material berdasarkan *dual energy x-ray transmission*, sinar *x-ray* memaparkan energy rendah dan energy tinggi, material organik yang tingkat kepadatannya rendah akan banyak meloloskan energy rendah, sementara benda dengan tingkat kepadatan tinggi seperti benda yang terbuat dari metal akan banyak meloloskan energy tinggi. Spesifikasi material yang ingin disortir diprogram terlebih dahulu, agar data yang didapat dari x-ray dapat dicocokkan dengan spesifikasi material yang ingin disortir [8]. Alasan penulis mengkaji ketiga sensor diatas adalah karena penggunaan ketiga sensor tersebut mendominasi industri penyortiran material.

II. KAJIAN LITERATUR

Bagaimana material berbahan metal dapat dibedakan dari material berbahan non-metal dapat dikaji dalam beberapa aspek, seperti jenis metal yang dapat dideteksi, ukuran benda yang dapat dideteksi, jarak dari sensor terhadap benda agar dapat terdeteksi dan mekanisme yang digunakan untuk memisahkan material.

A. Sortir Material Metal Dan non-Metal Menggunakan Sensor proximity induktif

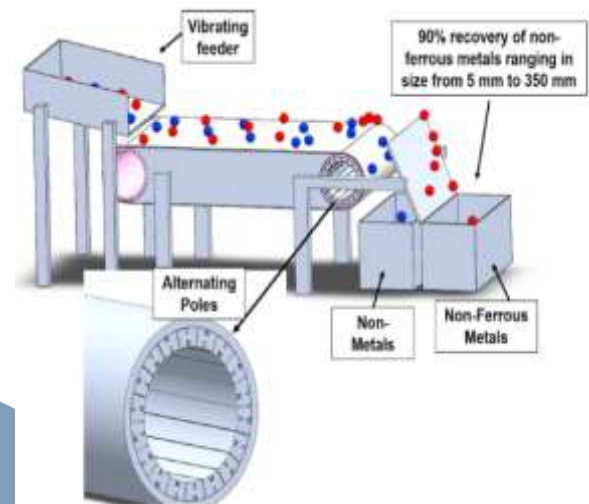
Sensor proximity induktif cukup sering digunakan pada bidang industri, karena dapat mendeteksi benda dari jauh dengan ukuran benda yang relatif beragam (besar, kecil, pipih, tebal), maka cukup banyak industri yang menggunakan sensor proximity induktif sebagai metode untuk mensortir material metal dan non-metal [6]. Sensor proximity induktif ini dapat mendeteksi benda hingga sedekat 60mm. Selain itu sensor induktif proximity telah digunakan sebagai alat bantu untuk mendeteksi metal pada saat pembedahan [9].

Sensor proximity induktif terdiri dari 4 bagian yaitu *coil*, osilator, *trigger*, dan *output switch*. Bagian *coil* memancarkan gelombang elektromagnetik, bagian osilator sebagai monitor sensor yang menentukan apakah ada benda berbahan metal atau tidak pada bagian depan sensor yang dipancarkan gelombang elektromagnetik. Ketika ada benda berbahan metal melewati bagian depan sensor, maka amplitudo dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan sensor akan berkurang atau bahkan hilang, bagian *trigger* akan aktif ketika amplitudo yang dipancarkan sensor turun ke tingkat tertentu. Bagian *trigger* akan meneruskan ke *output switch* agar proses yang telah ditentukan akan berjalan [10]. Maka dari itu, tergantung posisi peletakan dari sensor proximity induktif, bahan berbahan metal dapat terdeteksi dengan ukuran yang berukuran sedang sampai yang berukuran besar [6]. Pengaplikasian dari sensor proximity induktif sangat tepat jika ingin mendeteksi material yang berukuran cukup besar dan jika ingin menyortir material metal yang dikategorikan *non-ferrous* atau tidak memiliki gelombang elektromagnetik seperti aluminium, tembaga, dan kuningan.

B. Sortir Material Metal Dan non-Metal Dengan Prinsip Arus Eddy

Pensortiran dengan menggunakan arus eddy sudah mulai diterapkan pada beberapa tahun belakangan ini, sebagai bentuk pengembangan dalam mensortir beberapa tipe pecahan material metal [11, 12]. Ada banyak desain tentang pensortiran material metal dan non-metal menggunakan prinsip arus eddy, namun desain yang paling banyak digunakan

adalah desain dengan konveyor belt dan rotor yang berputar diujungnya [7]. Pengaplikasian penyortiran metal dengan menggunakan prinsip arus eddy lebih dikhususkan untuk benda yang berbentuk serpihan, dan material metal yang tidak memiliki gelombang elektromagnetik

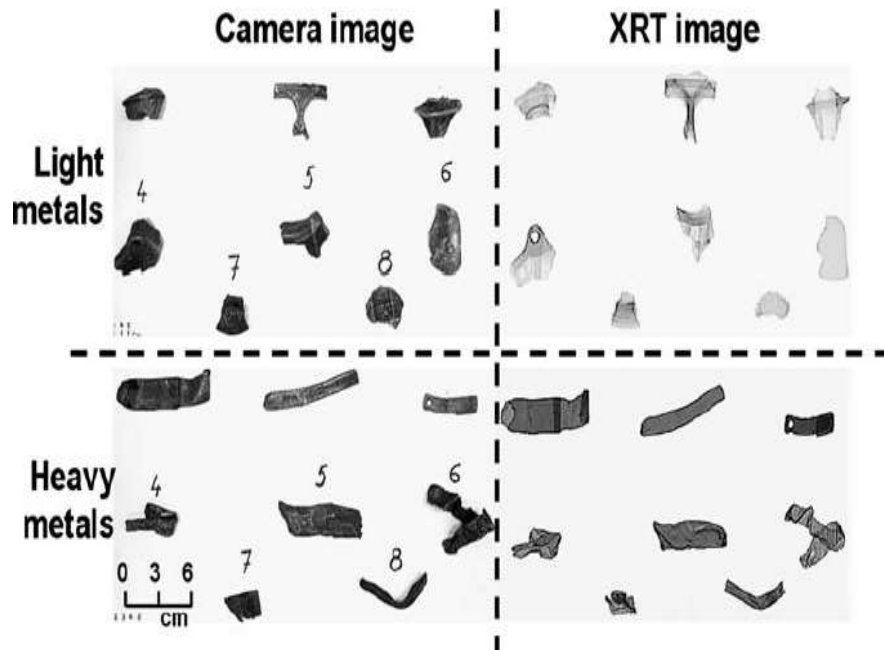


Gambar 1 Proses sortir material berbahan metal dengan menggunakan arus eddy [7]

Gambar 1 menunjukkan prinsip kerja dari sortir material dengan menggunakan arus eddy, magnet yang berputar pada ujung konveyor belt menghasilkan arus listrik disekitar ujung konveyor belt yang ditanami oleh magnet. Arus yang dihasilkan akan bereaksi pada konduktivitas elektrik material yang melewati konveyor, dan pada akhirnya terjadi penolakan pada ujung konveyor terhadap benda bermaterial metal, yang menyebabkan pemisahan antara bahan bermaterial metal dan bermaterial non-metal [13].

C. Sortir Material Dengan Pemaparan Dual energy x-ray transmission

Pensortiran menggunakan X-ray merupakan cara mensortir material berdasarkan tingkat kepadatan dan perbedaan nomor atom yang terkandung pada suatu material yang terdeteksi [14]. *Dual energy x-ray transmission* juga akan memaparkan energy rendah dan energy tinggi, dimana ketika suatu material melewati sensor x-ray ini akan dapat diketahui material apa yang sedang dideteksi dengan cara membandingkan dari energy yang menembus material tersebut [8]. Jika energy rendah yang lebih banyak diterima *receiver*, maka dapat disimpulkan bahwa material tersebut memiliki kepadatan yang dapat digolongkan rendah dan berbahan non-metal. Sebaliknya ketika energy yang diterima *receiver* adalah energy tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa material tersebut memiliki kepadatan yang tinggi dan berbahan metal.

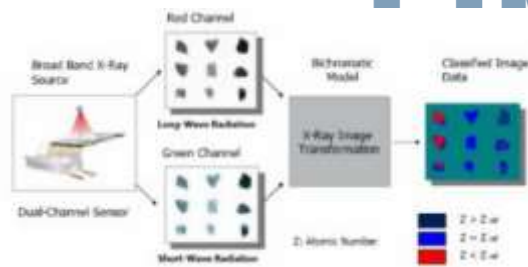


Gambar 2 Perbandingan hasil deteksi benda yang dideteksi dengan kamera dan yang dideteksi dengan *x-ray transmission*[8]

Pada gambar 2 dapat dilihat perbandingan pendeteksian bahan metal ringan dan bahan metal berat, pada *XRT image light metal* gambar yang terdeteksi terlihat tipis. Pada *XRT image heavy metal* gambar yang terdeteksi terlihat tebal. Kepadatan *light metal* yang rendah menyebabkan gambar terlihat tipis, sementara *heavy metal* yang kepadatannya tinggi akan terdeteksi lebih tebal.

Gambar 4 Metode mekanisme pemisahan material [15]

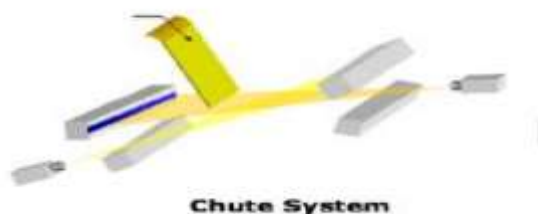
Gambar 3 dapat dilihat bahwa material yang dideteksi terbagi menjadi beberapa warna, warna dari material dapat berbeda karena material tersebut memiliki tingkat kepadatan tertentu dan jumlah atom tertentu, sehingga sistem dapat mengetahui material jenis apa yang sedang dideteksi



Gambar 3 Bagaimana *dual energy x-ry transmission* mendeteksi suatu material [15]

Gambar 4 merupakan sistem kompresor udara untuk memisahkan material yang mau disortir dengan cara menembakkan udara dengan tekanan tertentu.

Pengaplikasian dari penggunaan metode *dual energy x-ray transmission*, dapat digunakan dalam penyortiran dengan jenis material metal dengan nomor atom tertentu, seperti aluminium dengan nomor atom 13, atau nikel dengan nomor atom 28, dan seterusnya.



Pendeteksi	Material metal yang dapat dideteksi	Jarak sensor ke benda	Ukuran benda	Mekanisme sortir
Sensor proximity induktif	Material metal bermedan magnet	60mm	Bongkahan material sedang / besar	<i>Double acting cylinder</i>
Arus eddy	Material metal non-ferrous	Harus menempel pada rotor yang berputar	Pecahan material	Gaya bertolak belakang dari arus eddy yang dihasilkan
<i>Dual energy x-ray transmission</i>	Material metal dengan kepadatan tertentu	10cm	Material kecil / pecahan material	Udara kompresor

Tabel 1. Perbandingan 3 metode pensortiran material metal dan non-metal

III. KESIMPULAN

Pensortiran material metal dan non-metal dengan metode proximity sensor inductive, arus eddy, dan *dual energy x-ray transmission*, dapat dilihat pada tabel 1. Pada dasarnya, ketiga sensor diatas dapat digunakan pada industri yang memang membutuhkan pensortiran material metal, tapi perlu dilihat juga dari kebutuhan industri tersebut, apakah yang ingin disortir material metal yang berukuran besar atau yang berukuran kecil atau industri tersebut ingin menyortir material secara spesifik. Setiap metode pensortiran memiliki mekanisme pensortiran dan spesifikasi material yang berbeda. Pengaplikasian dari ketiga sensor tersebut dapat diterapkan dalam kondisi yang berbeda-beda tergantung kebutuhan industri, jika suatu industri ingin menyortir material metal dan tidak memiliki gelombang elektromagnetik dan berukuran cukup besar, maka industri tersebut dapat menggunakan sensor proximity induksi. Jika suatu industri ingin menyortir material metal dari benda yang berbentuk serpihan, maka industri tersebut dapat menggunakan prinsip arus eddy sebagai metode penyortirannya. Jika suatu industri ingin menyortir material metal dengan spesifikasi tertentu, seperti hanya material berbahan aluminium, nikel, atau tembaga dan sejenisnya, dapat menggunakan *dual energy x-ray transmission*. Namun *dual energy x-ray transmission* sudah mulai banyak digunakan pada industri penyortiran metal karena dapat menyortir secara luwes dan sesuai dengan kebutuhan dari masyarakat.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kapil R. Pardeshi, Suyog R. Deshmukh, "Automation of Product Sorting Machine by Microcontroller", International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), volume-3, Issue-1, January 2015.
- [2] Thanh Vo, "Prototype of Complex Sorting Station For Categorizing Products by Colour, Material, Orientation, and in Sequence Using Siemens PLC". Journal of Science and technology, UD No. 6 (67), 2013.
- [3] R.Aravind, M.Arun Kumar, S.Dharshan Manjunath, R.Kalaiselvan, "Automatic Metal Separation And Packaging Using PLC". International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), volume 5, Issue 2, February 2015.
- [4] Bankole I. Oladapo, V.A. Balogun, A.O.M. Adeoye, C.O. Ijagbemi, Afolabi S. Oluwole ,
- [5] I.A. Daniyan , A. Esoso Aghor, Asanta P. Simeon, "Model Design and Simulation of Automatic Sorting Machine Using Proximity Sensor". Engineering Science and Technology International Journal, volume 19, issue 3, 1452-1456, September 2016.
- [6] Moe Win Khaing, Dr. Aye Mya Win, Daw Thida Aye, "Automatic Sorting Machine". International Journal of Science and Engineering Applications Volume 7–Issue 08,138-142, 2018.
- [7] Pavel Kej'ik, Christoph Kluser, Roger Bischofberger, Rade S. Popovic, "A Low Cost Inductive Proximity Sensor for Industrial Application". Sensor and Actuator A 110, 93-97, 2004.
- [8] York R. Smith, James R. Nagel, Raj K. Rajamanim, "Eddy Current Separation for Recovery of non-Ferrous Metallic Particles: A Comprehensive Review". Minerals Engineering 133,149-159, 2019.
- [9] M.B. Mesina, T.P.R. de Jong, W.L. Dalmijn, "Automatic Sorting of Scrap Metals With a Combined Electromagnetic and *Dual energy x-ray transmission* Sensor". Int. J. Miner. Process. 82, 222–232, 2007.
- [10] Mithun Sakthivel, Boby George and Mohanasankar Sivaprakasam, "A New Inductive Proximity Sensor Based Guiding Tool to Locate Metal Shrapnel During Surgery". IEEE Transactions On Instrumentation and Measurement, 63(12), 2940–2949, 2014
- [11] Benniu Zhang, Junqian Zhang, Kaihong Zhang, Zhixiang Zhou, "A non-contact Proximity Sensor With Low Frequency Electromagnetic Field". Sensors and Actuators A 135, 162-168, 2007.
- [12] Gordan Bedeković, Ivan Sobota, "Efficiency of Metal Scrap Separation in Eddy Current Separator". Mining Geological Petroleum Journals 20, 65-70, 2008
- [13] Ahmet Fenercioglu, Hamit Barutcu, Performance Determination of Novel Design Eddy Current Separator for Recycling of Non-Ferrous Metal Particles, Journal of Magnetism, 21, 4, 635 – 643, 2016
- [14] S.A. Kercher, M. Webb, "Scrap Processing by Eddy Current Separator Technique". Resource and Conservation 8, 61-74, 1982.
- [15] Florian Montagner, Valérie Kaftandjian, Philippe Duvauchelle, Nathalie Pedoussaut, Antoine Bourely. Dual Energy Radioscopy Applied to Waste Sorting. European, Conference on Non Destructive Testing, Oct 2014, Prague, Czech Republic.
- [16] Carl Bergmann, L Von Ketelholdt, "Dual energy X-ray transmission sorting of coal", journal of the southern African Institute of Mining and Metallurgy 110, 371-378, July 2010.