

ANALISIS SISTEM OTOMASI KONVEYOR PADA MESIN *COOLANT FILTRATION* DI PT. MATAHARI MEGAH

Juan Setiawan¹⁾, Agus Halim^{1,2)}, Kevin Raynaldo²⁾ dan Ronald Ogi Pratama²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

²⁾PT. Matahari Megah

e-mail: juan.515180026@stu.untar.ac.id

Abstract: *Coolant Filtration Machine is one of the products of PT. Matahari Megah. The purpose of this machine is to recycle residual coolant fluid that has been used in the machining process. Coolant Filtration Machine is working through automation system which involves conveyor system controlled by sensors. The components involved need to be analyzed and calculated properly to work as designed. Hence, calculation for required electricity power to move the wire mesh conveyor used in this machine was done. According to the process, it was concluded that the required power is 60 Watt. A pair of sensors are mounted to control the movement of this conveyor are proximity sensors which monitor the water container and lever limit switch monitoring the paper holder system.*

Keywords: *Conveyor automation, sensor, coolant filtration*

PENDAHULUAN

Cairan *coolant* mempunyai kegunaan khusus dalam proses permesinan, selain mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan, cairan *coolant* juga mampu melumasi dan meningkatkan masa pakai mata pahat. Dengan penggunaan cairan pendingin, kenaikan temperatur pada lapisan luar benda kerja dapat dikurangi, sehingga tidak mengubah struktur metalografi benda kerja [1],[2].

Setelah digunakan dalam proses permesinan, cairan *coolant* akan mengandung geram dan kotoran, sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Mengganti cairan *coolant* yang telah dipakai dengan yang baru memerlukan biaya yang cukup besar dalam produksi jangka panjang, oleh karena itu dilakukan proses filtrasi sehingga cairan *coolant* terbebas dari kotoran dan geram dan dapat digunakan kembali.

Mesin *Coolant Filtration* yang sedang dirancang di PT. Matahari Megah berfungsi untuk melakukan proses filtrasi, yaitu penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi berupa geram dan kotoran dari zat fluida, pada kasus ini adalah cairan *coolant* melalui media *filter paper* [3]. Komponen ini menggunakan konveyor dengan jenis *wire mesh conveyor* dikarenakan jenis konveyor ini memungkinkan sirkulasi aliran udara/air pada permukaan konveyor [4].

Sistem konveyor pada Mesin *Coolant Filtration* digerakkan oleh motor listrik. Diperlukan perhitungan kebutuhan daya penggerak untuk menentukan besar daya motor listrik yang sesuai agar sistem dapat berfungsi secara optimal. Tidak terdapat rumus baku dalam perhitungan daya konveyor. Oleh karena itu diperlukan proses analisis dan kalkulasi secara spesifik untuk mengetahui kebutuhan daya motor listrik untuk sistem konveyor yang diterapkan pada mesin ini [5].

Lebih lanjut, sistem konveyor pada Mesin *Coolant Filtration* bekerja secara otomatis dan tidak selalu dipantau oleh operator, maka dibutuhkan *feedback* dari konveyor untuk mengantisipasi jika terjadi permasalahan, seperti kehabisan *filter paper* dan volume air yang telah melebihi kapasitas tampung, maka dilakukan pemasangan sensor untuk mengendalikan kerja sistem konveyor secara otomatis. Diperlukan analisis untuk melakukan pemilihan jenis dan spesifikasi sensor yang tepat perlu dilakukan agar otomatisasi sistem dapat berjalan dengan baik dan andal [6].

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui metode observasi desain konseptual dan spesifikasi rancangan Mesin *Coolant Filtration* di PT. Matahari Megah.

Studi Pustaka

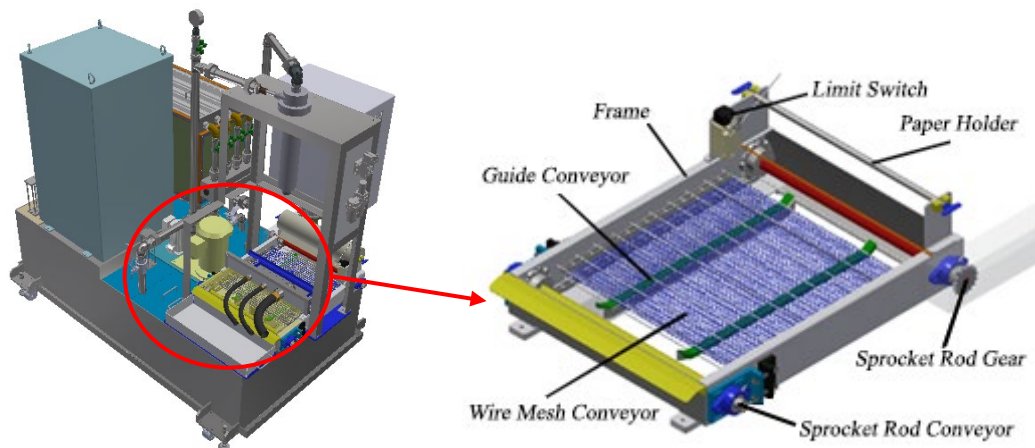
Dilakukan studi pustaka dengan sumber referensi penelitian terdahulu mengenai proses perhitungan konveyor dan pemilihan sensor. Studi juga dilakukan pada mesin yang telah diproduksi oleh PT. Matahari Megah, khususnya mesin dengan sistem sensor serupa.

Perhitungan dan Analisis

Data yang telah diperoleh dari desain dan hasil studi digunakan dalam perhitungan kebutuhan daya konveyor jenis *wire mesh* yang digunakan pada sistem *Filter Paper Conveyor* untuk menentukan motor listrik yang sesuai dan dapat diperoleh di pasaran untuk diaplikasikan pada mesin. Proses analisis sistem kerja berdasarkan konsep desain dilakukan untuk menentukan jenis sensor untuk mengontrol otomatisasi sistem konveyor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen yang dibahas dalam Mesin *Coolant Filtration* yang sedang dirancang di PT. Matahari Megah adalah bagian *Filter Paper Conveyor*. Komponen ini secara khusus berfungsi untuk mengganti *filter paper* yang telah kotor karena digunakan dalam proses filtrasi, dengan kertas filter yang terdapat pada *holder*. Pergerakan komponen ini berjalan secara otomatis dengan sistem otomatisasi yang dikendalikan oleh sensor *proximity* dan *limit switch* yang terdapat pada komponen. Adapun Mesin *Coolant Filtration* dan komponen *Filter Paper Conveyor* dapat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen konveyor pada mesin *coolant filtration*

Perhitungan Kebutuhan Daya Motor Listrik pada Sistem Konveyor Mesin *Coolant Filtration*

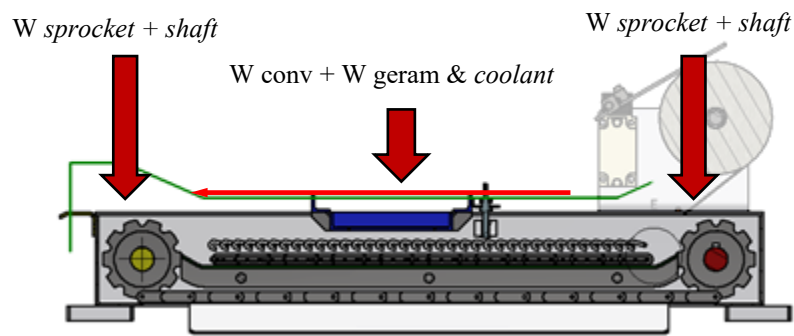
Langkah perhitungan kebutuhan daya motor listrik pada sistem konveyor adalah sebagai berikut:

1. Mencari Kecepatan Putaran *Sprocket Rod* Konveyor

Berdasarkan data dari Mesin *Coolant Filtration* yang sebelumnya diproduksi PT. Matahari Megah, kecepatan linier konveyor (v) diatur sebesar 15 m/s, dengan diameter komponen *sprocket* ($D_{sprocket}$) sebesar 0,07 m, maka dapat ditentukan kecepatan putaran *Sprocket Rod* penyangga konveyor (n) sebesar:

$$n = \frac{v \times 60}{\pi \times D_{sprocket}} = n = \frac{0,15 \text{ m/s} \cdot 60}{3,14 \cdot 0,07 \text{ m}} 40.95 \text{ rpm} \quad (1)$$

2. Mencari Total Beban Yang Digerakkan Konveyor



Gambar 2. Gaya yang bekerja pada sistem konveyor mesin *coolant filtration*

Beban yang perlu digerakkan dalam sistem konveyor terdiri dari berat komponen penumpu konveyor berupa *rod*, *gear*, dan *guide* konveyor sesuai dengan gaya yang ditampilkan pada Gambar 2. Massa setiap komponen diperoleh berdasarkan properti komponen dalam desain yang tersedia pada Tabel 1.

Tabel 1. Massa komponen sistem konveyor mesin *coolant filtration*

Komponen	Massa Komponen
<i>Rod</i>	6 kg
<i>Gear</i>	4,7 kg
<i>Guide Conveyor</i>	6 kg

$$W \text{ komponen} = \text{massa komponen} \times g \quad (2)$$

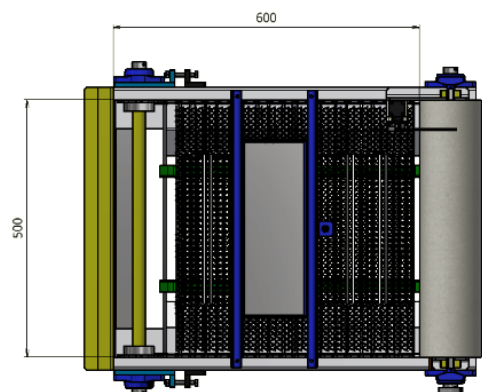
$$W_{\text{rod}} = 6 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 58.86 \text{ N}$$

$$W_{\text{gear}} = 4.7 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 46.11 \text{ N}$$

$$W_{\text{guide}} = 6 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 58.86 \text{ N}$$

Jenis konveyor *wire mesh* yang diaplikasikan pada Mesin *Coolant Filtration* memungkinkan terjadinya gesekan antara *chain belt* dengan *guide konveyor* yang disebabkan oleh berat konveyor, berat *coolant*, dan berat geram. Massa *chain belt* konveyor sebesar 7.5 kg diperoleh berdasarkan properti komponen dalam desain, maka berat *wire mesh conveyor*:

$$W_{\text{chain}} = 7.5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 73.58 \text{ N}$$



Gambar 3. Permukaan sistem konveyor mesin *coolant filtration*

Berdasarkan kebutuhan desain, diketahui bahwa permukaan *wire mesh conveyor* memiliki dimensi panjang (p) 600 mm dan lebar (l) 500 mm seperti pada Gambar 3. Maka dapat diperoleh luas permukaan *filter paper* pada *conveyor* yang digunakan dalam perhitungan berat *coolant* dan geram.

$$LP_{\text{conveyor}} = p \times l = 500 \text{ mm} \cdot 600 \text{ mm} = 300000 \text{ mm}^2 = 0.3 \text{ m}^2 \quad (3)$$

Coolant dianggap sebagai air dengan $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ dan ketinggian 0.02 m, sehingga massanya = 6 kg

$$W_{\text{coolant}} = 6 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 58.86 \text{ N} \quad (4)$$

Massa geram diperoleh dengan mengalikan volume geram yang terdapat di atas konveyor. Dengan asumsi tebal geram max (T_{geram}) 0.005 m sebelum motor menggerakkan konveyor, maka Volume geram dalam kertas filter pada permukaan konveyor diperoleh:

$$V_{\text{geram}} = LP_{\text{conveyor}} \times T_{\text{geram}} = 0.3 \text{ m}^2 \times 0.005 \text{ m} = 0.0015 \text{ m}^3 \quad (5)$$

$\rho_{\text{aluminium}} = 2700 \text{ kg/m}^3$ asumsi geram dengan ρ 60% aluminum, maka massa jenis geram diperkirakan sebesar 1620 kg/m^3 . Maka berat geram dalam kertas filter pada permukaan konveyor sebesar:

$$W_{\text{geram}} = V_{\text{geram}} \times \rho_{\text{geram}} \times g$$

$$W_{\text{geram}} = 0.0015 \text{ m}^3 \times 1620 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 23.84 \text{ N} \quad (6)$$

Berdasarkan material yang digunakan dalam desain konveyor, *wire mesh conveyor* terbuat dari material *stainless steel*, sedangkan *support* konveyor menggunakan material aluminium. Maka digunakan koefisien gesek (μ) sebesar 0.3. Besar gaya gesek yang terjadi antara support dan konveyor dapat dipengaruhi oleh beberapa komponen beban sistem konveyor Mesin *Coolant Filtration* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen beban sistem konveyor mesin *coolant filtration*

Berat Konveyor	Berat
W_{chain}	73.58 N
W_{coolant}	58.86 N
W_{geram}	23.84 N

$$F_{\text{gesek}} = \mu \times F_{\text{total}} = 0.3 \times (73.58 \text{ N} + 58.86 \text{ N} + 23.84 \text{ N}) = 46.88 \text{ N}$$

3. Perhitungan Kebutuhan Torsi untuk Menggerakkan Beban Konveyor

Setelah mengetahui jumlah beban yang digerakkan oleh konveyor, dapat dicari torsi yang diperlukan untuk menggerakkan konveyor dengan mengalikannya dengan jari-jari poros penggerak konveyor.

$$T = (F_{\text{gesek}} + W_{\text{rod}} + W_{\text{shaft}} + W_{\text{guide}}) \cdot r_{\text{sprocket}} \quad (7)$$

$$T = 46.88 \text{ N} + 58.86 \text{ N} + 46.11 \text{ N} + 58.86 \text{ N} = 210.71 \text{ N} \times 3.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$T = 7.375 \text{ N}$$

Konveyor hanya berputar pada proses pergantian *filter paper* maka akan terjadi keadaan *start and stop* pada motor konveyor. Dalam keadaan ini kebutuhan torsi akan lebih besar 20% dibanding

dengan perputaran konveyor secara kontiniu, karena diperlukan torsi lebih akibat gaya gesek statis yang terjadi dalam permulaan gerakan [7].

Maka besar torsi maksimal (T_{max}) yang diperlukan konveyor adalah:

$$T_{max} = T + 20\% = 7.375 \text{ Nm} + (20\% \times 7.375) = 8.85 \text{ Nm}$$

4. Mencari Besar Daya yang Diperlukan untuk Memenuhi Kebutuhan Torsi Penggerak Konveyor

Besar daya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan torsi penggerak konveyor dapat diperoleh dengan rumus berikut:

$$P = \frac{2\pi \times n \times T_{Start}}{60} \quad (8)$$

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diketahui bahwa besar torsi maksimum yang diperlukan untuk menggerakkan konveyor (T_{max}) adalah 8.85 Nm dan kecepatan putaran sprocket 40.95 rpm, maka besar daya yang diperlukan adalah:

$$P = \frac{2 \times 3.14 \times 40.95 \text{ rpm} \times 8.85 \text{ Nm}}{60} = 37,93 \text{ Watt}$$

Sebagian besar dokumentasi dan panduan pemilihan motor menyatakan bahwa insinyur harus memilih faktor keamanan sekitar 1.5 hingga 2.25 karena sistem memiliki beban variabel dan beroperasi dalam kondisi kurang ideal [8]. Sistem konveyor berada dalam lingkungan yang kotor dan lembab, dan mesin yang bersiaga selama 24 jam maka diperlukan penambahan *service factor* ekstra untuk motor listrik. Pemilihan besar *service factor* juga turut mempertimbangkan kekurangan data dalam proses perhitungan. Digunakan *service factor* sebesar 1.5 sehingga besar daya yang diperlukan motor listrik adalah sebesar:

$$37,93 \times 1,5 \text{ Watt} = 56,9 \text{ Watt}$$

Diketahui bahwa kebutuhan daya motor listrik adalah sebesar 56.9 Watt. Dengan menyesuaikan ketersediaan motor listrik yang dijual di pasaran, dapat digunakan motor listrik dengan *output* daya yang mendekati kebutuhan, yaitu sebesar 60 Watt.

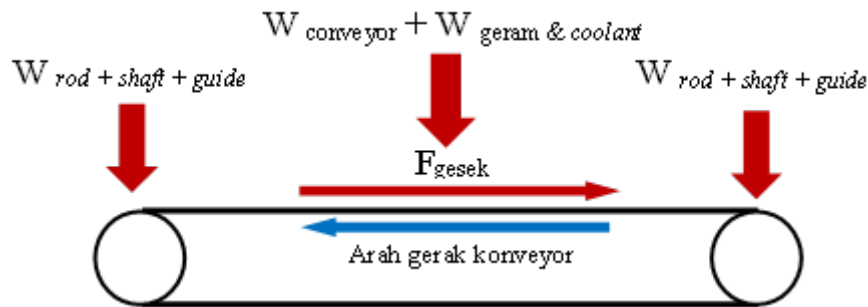
Berdasarkan proses perhitungan komponen konveyor pada Mesin *Coolant Filtration* di PT. Matahari Megah yang telah dilakukan, dapat dilakukan penyerdehanaan dari rumus yang digunakan, sehingga diperoleh rumus gabungan untuk menghitung besar daya motor listrik penggerak konveyor dengan jenis *wire mesh conveyor* adalah:

$$P = \frac{2\pi \cdot \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot D_{sprocket}} \cdot F_{total} \cdot r_{sprocket} \cdot 120\%}{60 \cdot \eta} \quad (9)$$

Persamaan tersebut dapat disederhanakan kembali dengan melakukan eliminasi variabel yang sama dalam persamaan, sehingga diperoleh:

$$P = \frac{(F_{gesek} + W_{rod} + W_{shaft} + W_{guide}) \cdot v \cdot 120\%}{\eta}$$

Variabel yang digunakan pada persamaan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Gaya pada sistem konveyor mesin *coolant filtration*

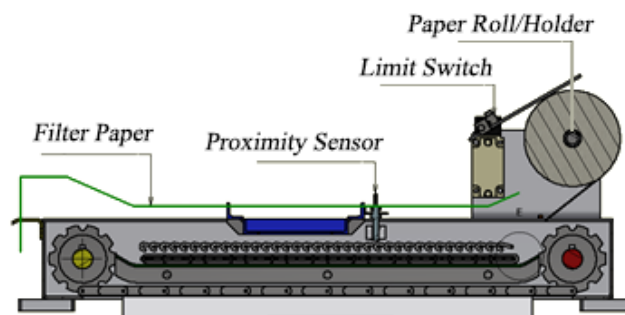
P : Kebutuhan daya konveyor (Watt) W_{guide} : berat *guide belt* konveyor (N)
 W_{rod} : berat *rod* konveyor (N) v : kecepatan linear konveyor (m/s)
 W_{shaft} : berat *shaft* konveyor (N) η : efisiensi motor listrik
 F_{gesek} : gaya gesek antara konveyor dan *support* (N) mengacu pada:
 $F_{gesek} = \mu \cdot F_{total}$

Keterangan:

μ : koefisien gesek antara konveyor dan *support*
 F_{total} : W konveyor + W benda kerja (N)

Analisis Sistem Sensor pada Sistem Konveyor Mesin *Coolant Filtration*

Sistem konveyor pada Mesin *Coolant Filtration* bekerja secara otomatis dan tidak selalu dipantau oleh operator, maka dibutuhkan *feedback* dari konveyor untuk mengantisipasi jika terjadi permasalahan, seperti kehabisan *filter paper* dan volume air yang telah melebihi kapasitas tampung.

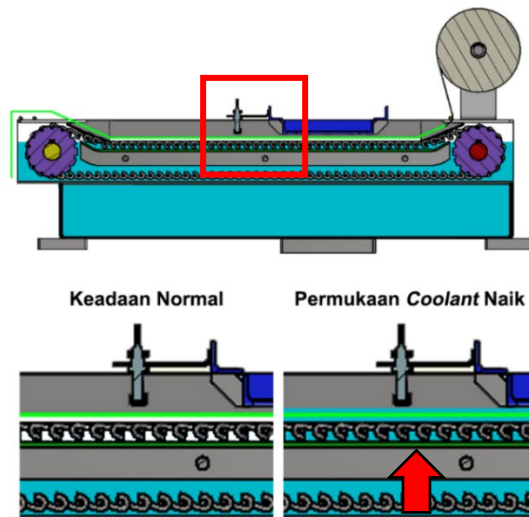


Gambar 5. Sensor pada sistem konveyor mesin *coolant filtration*

Mesin *Coolant Filtration* menggunakan dua buah sensor, yaitu *proximity sensor* untuk mendeteksi tinggi cairan *coolant* pada bak penampungan dan *limit switch* pada *holder filter paper* untuk mendeteksi jumlah *filter paper* yang tersisa dari *roll* pada *holder*.

1. *Proximity Sensor*

Mesin *Coolant Filtration* menggunakan *proximity sensor* dengan jenis *capacitive proximity sensor* untuk mendeteksi ketinggian cairan *coolant* pada tanki penampungan. Ketinggian cairan *coolant* di atas permukaan konveyor dapat menjadi acuan untuk mengetahui jika kondisi *filter paper* kotor. Ketika *filter paper* telah dipenuhi oleh geram dan kotoran, cairan *coolant* tidak dapat mengalir melalui pori-pori pada permukaan *filter paper* dan turun dari permukaan konveyor, sehingga ketinggian permukaan air pada tanki penampung akan naik. Sistem kerja tersebut dapat disajikan pada Gambar 6.

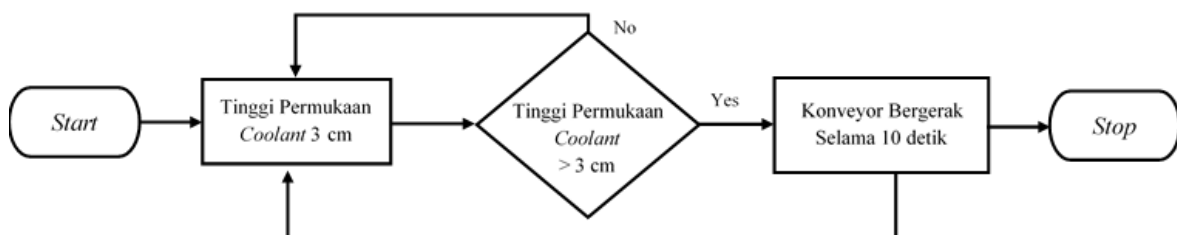


Gambar 6. Sistem Kerja *Proximity Sensor* pada Mesin *Coolant Filtration*

Proximity sensor diletakkan pada sisi *frame* konveyor untuk mendeteksi ketinggian cairan *coolant* pada bak penampung. Saat permukaan cairan naik, sensor akan mengirim sinyal pada kontroller, kemudian motor listrik akan menggerakkan konveyor dan menarik *filter paper* bersih dari *holder filter paper* dan menyingkirkan *filter paper* yang sudah kotor ke penampungan pada sisi mesin. Dikarenakan material yang dideteksi adalah cairan *coolant*, maka jenis sensor yang sesuai adalah *proximity sensor* jenis *capacitive* yang mampu mendeteksi benda cair berwarna [9].

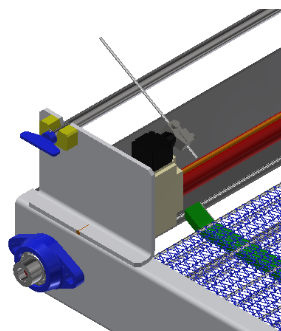
Capacitive proximity sensor merupakan sensor jarak yang dapat mendeteksi gerakan, komposisi kimia, tingkat dan komposisi cairan maupun tekanan. Sensor ini mampu mendeteksi bahan-bahan dielektrik rendah seperti plastik atau kaca dan bahan-bahan dielektrik yang lebih tinggi seperti cairan sehingga memungkinkan sensor jenis ini untuk mendeteksi tingkat banyak bahan melalui kaca, plastik maupun komposisi kontainer lainnya. Sensor ini menghasilkan medan elektrostatik dan dapat digerakan oleh bahan konduktif dan bahan non-konduktif [10].

Sistem kerja *Limit Switch* dapat dilihat pada diagram *flow chart* yang terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Flow chart* kerja *proximity sensor* pada mesin *coolant filtration*

2. *Limit Switch*



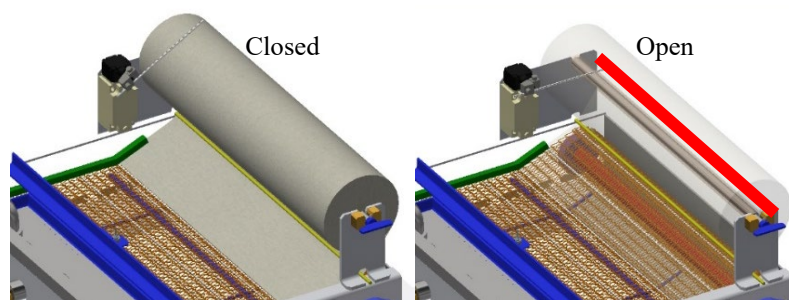
Gambar 8. *Limit switch* pada sistem konveyor

Limit switch pada Mesin *Coolant Filtration* berfungsi untuk mendeteksi jumlah *filter paper* yang tersisa pada *filter paper holder* seperti terdapat pada Gambar 8. *Lever hand* pada sensor akan melakukan kontak fisik dengan permukaan *roll filter paper* pada *holder* untuk mendeteksi jika *filter paper* pada *holder* telah habis.

Pengukuran sisa *filter paper* pada *holder* dapat dilakukan dengan *limit switch* yang dapat mendeteksi ketebalan permukaan *roll filter paper* pada *holder*. *Limit switch* diaktifkan melalui aktuasi tombol pada batas/daerah yang telah ditentukan sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan. Terdapat dua jenis metode kontak pada *Limit Switch*, yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Closed*) [11].

Dengan keberadaan sistem penggantian *filter paper* otomatis pada Mesin *Coolant Filtration*, ketebalan *filter paper* yang terdapat pada *holder* akan berkurang setiap terjadi pergantian hingga akhirnya habis. Ketika *filter paper* pada *holder* telah habis, *limit switch* aktif dan mesin akan memberikan notifikasi, sehingga operator dapat mengetahui bahwa perlu dilakukan penggantian *roll filter paper* pada *holder*.

Berdasarkan keperluan aplikasi, jenis *limit switch* yang cocok untuk komponen *paper holder* adalah *limit switch* jenis *lever* karena geometri benda yang dikontak merupakan silinder yang akan lebih mudah dideteksi dengan sistem *lever* seperti terdapat pada Gambar 9. Selain itu sistem jenis ini dapat dikalibrasi untuk aktif pada kemiringan sudut yang ditentukan, sehingga sensor dapat dikalibrasi untuk *roll filter paper* dengan ketebalan berbeda.



Gambar 9. Kerja *limit switch* pada sistem *paper holder*

Pada Mesin *Coolant Filtration* PT. Matahari Megah, *Limit Switch* diprogram dengan fungsi *normally closed* dimana kontak hanya akan terjadi saat *lever* berada pada posisi sudut 90°. Ketika masih terdapat *filter paper* pada *holder*, sudut kemiringan *lever limit switch* akan dipengaruhi oleh tebal *filter paper* yang terdapat pada *holder*, sehingga tidak terjadi aktivasi (gambar kiri). Setelah kertas *filter* habis terpakai, maka *lever* akan berada pada kemiringan sudut 90°, sehingga terjadi aktivasi *limit switch* yang memberikan sinyal pada kontroller, dan mesin akan memberikan notifikasi penggantian *filter paper* yang dapat dilakukan oleh operator.

Sistem kerja *Limit Switch* dapat dilihat pada diagram *flow chart* yang terdapat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Flow chart* kerja *limit switch* pada mesin *coolant filtration*

SIMPULAN

Berdasarkan proses analisis dan perhitungan mengenai produk Mesin *Coolant Filtration* di PT. Matahari Megah, diperoleh kesimpulan bahwa sistem konveyor yang menggunakan konveyor jenis *wire mesh* memerlukan daya penggerak dari motor listrik sebesar 60 Watt dengan rasio reduksi 36:1. Sensor yang digunakan pada sistem konveyor Mesin *Coolant Filtration* adalah *Capacitive Proximity Sensor* dengan jarak baca 10 mm yang berfungsi mendeteksi ketinggian permukaan air pada tanki penampungan yang berkaitan dengan pergerakan konveyor untuk mengganti kertas filter, dan *Lever Limit Switch* untuk memberikan peringatan pergantian kertas filter pada *paper holder*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurahmad Aprianto Jauhari, "Pengaruh Media Pendingin (Coolant) dan Geometri Pahat Potong Terhadap Tingkat Kekasaran dan Makrostruktur Pada Pembubutan Memanjang Bahan Baja EMS-45," vol. 3, no. 8, pp. 1–12, 2017.
- [2] W. W. P. Sri Widiyawati, Oyong Novareza, Dwi Hadi S., "Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Keausan Pahat Bubut HSS," no. December, pp. 467–475, 2020.
- [3] S. Sundari, "Pengaruh Perbedaan Tekanan Terhadap Kinerja Plate and Frame Filter Press Pada Filtrasi Ampas Tahu (The Effect of Different Pressure on the Plate and Frame Filter Press Performance on Tofu Waste Filtration)," pp. 5–6, 2019.
- [4] "3 Kelebihan Wire Mesh Conveyor Untuk Mempercepat Lini Produksi." <https://datumpresisi.co.id/wire-mesh-conveyor/> (accessed Sep. 18, 2021).
- [5] M. Sohib, G. M. Kusbiantoro, P. Studi, T. Mesin, F. Teknik, and U. Gresik, "Perencanaan Belt Conveyor Batu Bara Dengan Kapasitas 1000 Ton Per Jam Di PT. Meratus Jaya Iron Steel Tanah Bumbu," vol. 07, 2018.
- [6] M. Yusro and A. Diamah, *Sensor Dan Transduser (Teori dan Aplikasi)*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2019.
- [7] A. P. Irawan, *Diktat Elemen Mesin*. Jakarta: Universitas Tarumanagara, 2009.
- [8] Z. Khan, "FAQ: How to choose a safety factor so a motor design lasts?," 2016. <https://www.motioncontroltips.com/faq-choose-safety-factor-motor-design-lasts/> (accessed Sep. 28, 2021).
- [9] M. A. A. Wiraguna, N. K. D. Natalia, R. D. Bintang, and I. G. R. A. Nugraha, "Otomatisasi Dalam Pandemi Dengan Sensor Proximity," *Politek. Negeri Bali*, no. December, 2020.
- [10] F. M. Sigit, "Perancangan Proximity Sensor Berbasis Kapasitif Untuk Kontrol Pintu Otomatis," *Proceding Semin. Tugas Akhir Tek. Elektro FTI-ITS*, pp. 1–11, 2010.
- [11] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 181–186, 2017.