

Perancangan *Safety Device* pada *Pinion Gear* Mesin *Curing* Ban Berbasis PLC Mitsubishi

Raden Deasy Mandasari^{1*}, Noer Safe'i²

¹Teknik Elektro, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta

²Teknik Elektro, Politeknik Gajah Tunggal, Tangerang

*deasy.rde@bsi.ac.id

Abstrak—Mesin *curing* adalah mesin yang digunakan untuk memasak ban. Mesin *curing* yang digunakan merupakan mesin *curing* dengan tipe BOM (*Bag O Matic*) yaitu mesin *curing* dengan sistem penggerak *pinion gear* yang digerakkan oleh motor. Sistem penggerak ini memiliki kelemahan salah satunya adalah kegagalan pada komponen *main drive*. Salah satu kegagalan komponen *main drive* yaitu pecahnya *pinion gear*. Pecahnya *pinion gear* dapat mengakibatkan kerusakan mekanik yang lebih parah dan menimbulkan potensi kecelakaan kerja jika saat itu mesin tidak cepat dimatikan. Maka dari itu diperlukannya sistem pendeteksi pecahnya *pinion gear* agar tidak menyebabkan kerusakan mekanik yang semakin besar dan mencegah timbulnya potensi kecelakaan kerja. Adapun PLC, proximity dan HMI adalah alat yang digunakan untuk merancang sistem kontrol *safety device*. Setelah dilakukan simulasi sebanyak 3 kali, hasil dari perancangan ini adalah sistem berhasil berjalan dan seluruh komponen bekerja dengan baik. Nilai yang ditampilkan pada PLC sesuai dengan nilai yang dideteksi oleh sensor. Kesimpulan didasarkan pada kesesuaian pulsa yang dikirim oleh sensor ke PLC yang nilainya ditampilkan oleh laptop. Dalam penelitian ini, plat *encoder* memiliki 8 lubang dalam 1 siklus perhitungan, maka akan menghasilkan 8 *pulse*. Ketika sensor tidak dipasang, tidak ada pulsa yang terhitung.

Kata Kunci—Mesin *Curing*, *Pinion Gear*, PLC, *Safety Device*, Sensor.

DOI: 10.22441/jte.2022.v13i2.001

I. PENDAHULUAN

Keamanan mesin merupakan salah satu hal yang dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja [1]. Sistem keamanan mesin bertujuan untuk menghindari kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kesalahan mesin atau kesalahan pengguna mesin tersebut.

Dalam proses pembuatan ban, mesin *curing* digunakan untuk memasak ban dengan bahan *green tire* (ban mentah) menjadi *tire* (ban matang) [2]. Jenis mesin *curing* berdasarkan tipenya dibagi menjadi 3 yaitu : *Hydraulic (Bagwell)* atau fluida, *Auto Form*, BOM (*Bag O Matic*) [3]. Untuk tipe mesin *curing* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan mesin *curing* tipe BOM (*Bag O Matic*) yaitu sistem penggerak yang digunakan pada mesin *curing* ini memiliki *pinion gear* [4] yang digerakkan oleh motor.

Kondisi saat ini ketika *mold* dalam posisi *full close* dan proses *cure* berlangsung terdapat tekanan kerja. Agar saat proses

cure berlangsung, *mold* tidak terbuka. Kekuatan *pinion gear* dan *break motor* yang mengunci *gear box* untuk menahan proses *cure*. Sehingga saat terjadi kegagalan pada komponen *main drive*, terdapat potensi terjadi kecelakaan kerja. Kegagalan komponen *main drive* salah satunya yaitu pecahnya *pinion gear*. Kegagalan *pinion gear* dapat terjadi karena umur pakai yang sudah lewat. Selain itu, prosedur penggantian dan *setting mold* yang tidak sesuai dengan standar operasional prosedur menyumbang kegagalan pada *pinion gear*. Salah satu contoh kegagalan *pinion gear* yaitu saat proses *open mold* atau proses *close mold* terjadi *pinion gear* pecah [5].

Pecahnya gear menyebabkan satu sisi *pinion gear* bekerja untuk menggerakkan *crank gear* sedangkan satu sisi lain *pinion gear* diam [6]. Sehingga posisi *side link* bengkok dan menyebabkan *beam* bergeser. Jika kondisi ini terus berlanjut sampai *limit transmisi on* dan proses *cure step* satu bekerja dan air bertekanan masuk ke *mold*. Tetapi kondisi *mold* belum tertutup rapat akibat pecahnya *pinion gear*. Sehingga menyebabkan air bertekanan yang berada di *bladder* [7] terus mengisi melebihi standar volume air hingga pecah dan mesin akan menyemburkan air panas dengan suhu kurang lebih 190°C dan berpotensi terjadi kecelakaan kerja. Selain itu kondisi tersebut cenderung menimbulkan kerusakan pada komponen mekanik yang lainnya. Data terakhir yang dihimpun dari histori kerusakan mesin terdapat 17 kerusakan *pinion gear* yang berpotensi terjadi kecelakaan kerja.

Maka dari itu diperlukannya sistem pendeteksi pecahnya *pinion gear* agar tidak menyebabkan kerusakan mekanik yang semakin besar dan mencegah timbulnya potensi kecelakaan kerja. Berdasarkan paparan diatas akibat *pinion gear* pecah dan mengakibatkan kerusakan mekanik yang lebih parah, maka penulis melakukan penelitian dengan judul Perancangan *Safety Device* pada *Pinion Gear* Mesin *Curing* ATC-E11 yang bertujuan untuk memperkecil kerusakan mekanik yang terjadi akibat pecahnya *pinion gear* dan mencegah adanya potensi kecelakaan kerja.

II. PENELITIAN TERKAIT

Seperti yang telah disampaikan dalam penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [8] mengenai sistem monitoring dan pengontrolan proses produksi pada Mesin *Tire Curing Press Curex-B* di PT. Elang Perdana Tyre Industry menjadi bagian yang sangat penting, karena di mesin dan area inilah proses pembentukan ban sesuai dengan desain dihasilkan. Penggunaan *timer* proses *curing* tipe SELTIME-1000 untuk pengontrolan

timer proses produksi ban di mesin *Tire Curing Press Curex-B* memiliki beberapa keterbatasan antara lain sulitnya proses input data produksi, dan apabila terjadi kerusakan pada *Seltime-1000* sulit untuk diperbaiki sehingga akan berakibat berhentinya proses produksi pada mesin tersebut.

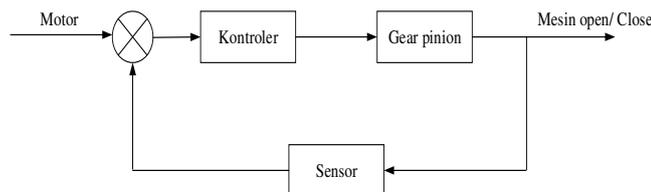
Penelitian selanjutnya [9] yaitu mengenai pengolahan data *Mean Time Between Failure* (MTBF) lalu perhitungan tingkat keandalan dan biaya pemeliharaan komponen sebelum dan sesudah penerapan *Preventive Maintenance* guna mendapatkan interval waktu bentuk pemeliharaan mesin *curing tipe allwell*. Kemudian dilakukan perencanaan tahap penjadwalan dimana pada tahap ini merupakan penjabaran hasil perencanaan ke dalam waktu pelaksanaan pemeliharaan.

Berikutnya [10] menjelaskan tentang seringnya terjadi kegiatan perawatan (*downtime*) tidak terencana mesin *curing* pada *line* produksi ban mobil PT XYZ merupakan indikasi adanya ketidakefektifan perawatan terencana (PM) yang diterapkan perusahaan. *Downtime* tidak terencana menyebabkan *line* produksi berhenti dan kehilangan waktu berproduksi, meningkatnya jumlah produk gagal saat *set up*, dan tingginya biaya perawatan mesin produksi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Blok Sistem

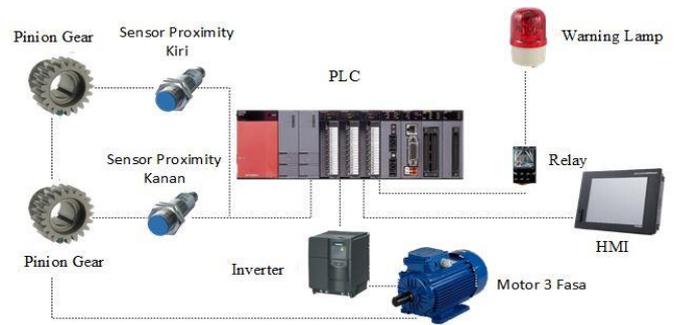
Dalam penelitian ini menggunakan diagram blok sistem *close loop* dimana keluaran (*output*) mempengaruhi masukan (*input*). Berikut adalah gambar diagram blok sistem *close loop*.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

B. Perancangan Sistem

Sensor akan mendeteksi plat yang ditempelkan dengan *pinion gear* yang digerakkan dengan motor. *Output* dari sensor berupa data nilai yang akan dikumpulkan dan diolah program dengan sistem perbandingan nilai sensor 1 dan sensor 2. Jika nilai dari sensor 1 dan sensor 2 tidak memenuhi syarat, apabila nilai sensor 1 dan sensor 2 nilainya berbeda, maka motor akan berhenti. Jika nilai sensor 1 lebih besar dari nilai 5 dibandingkan nilai sensor 2 (melebihi nilai toleransi 5) maka motor akan mati dan sebaliknya.

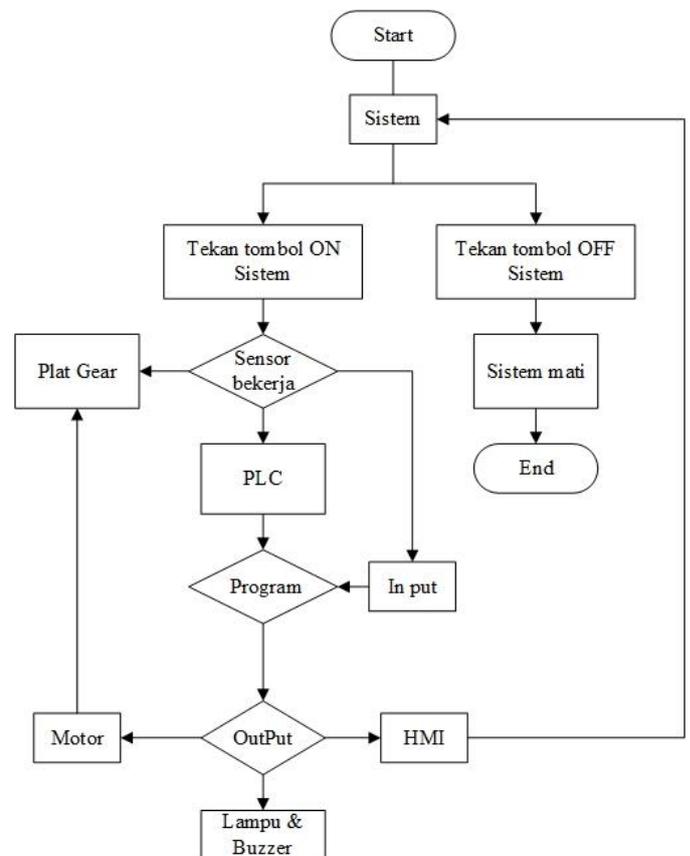


Gambar 2. Perancangan Sistem

Setelah data menunjukkan perbedaan yang besar maka akan didefinisikan bahwa *pinion gear* mengalami masalah, maka motor akan mati. Lampu indikator dan *buzzer* akan menyala lalu muncul peringatan pada layar HMI untuk menginformasikan kepada pihak *engineering* bahwa mesin terjadi *problem* pada *pinion gear*.

C. Alur Proses Kerja Perancangan

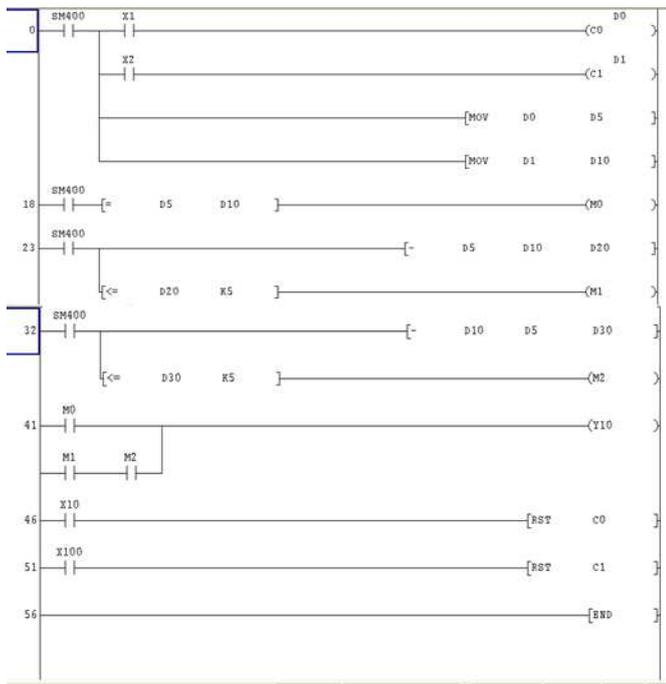
Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem kontrol pendeteksi *pinion gear* pecah. Sistem ini dapat mendeteksi ketika terjadi masalah pada *pinion gear*. Alur proses kerja rancangan tersebut adalah pada Gambar 3 berikut:



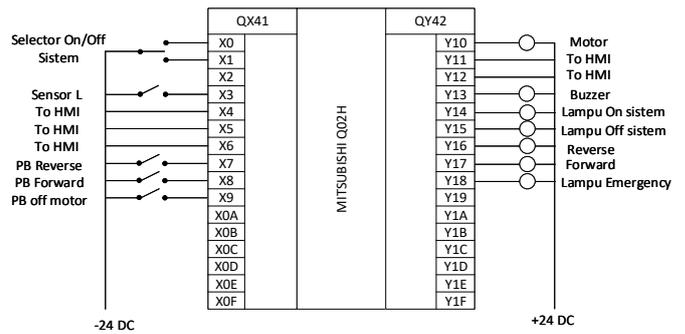
Gambar 3. Alur Proses Kerja Perancangan

D. *Ladder Diagram* Rancangan

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan *ladder diagram* menggunakan perangkat lunak *GX Programmer*. Hasil *ladder diagram* dapat ditunjukkan pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. *Ladder Diagram* Rancangan



Gambar 5. *Wiring Diagram*

B. Sistem Kerja Sensor dan Plat *Encoder*

Sistem kerja sensor ini berfungsi untuk membaca gerakan mekanik berupa putaran mesin dan mengubahnya menjadi bentuk sinyal pulsa *digital*. Modul ini terdiri dari plat *encoder* berbahan logam pejal dan sensor *proximity switch* bertipe induktif yang sangat cocok untuk mendeteksi material berbahan logam. Plat ini dipasang pada *gear* mesin bagian samping yang berputar. Lingkaran plat *encoder* dibor dengan jumlah lingkaran sebanyak 8 buah, sehingga memiliki resolusi putaran sebesar 8 pulsa per putaran. Jarak lingkaran satu dengan lingkaran lainnya adalah 2 mm. Desain plat *encoder* beserta dengan dimensinya ditunjukkan pada Gambar 6. Pada Gambar 7 merupakan gambar jarak sensor dengan plat.

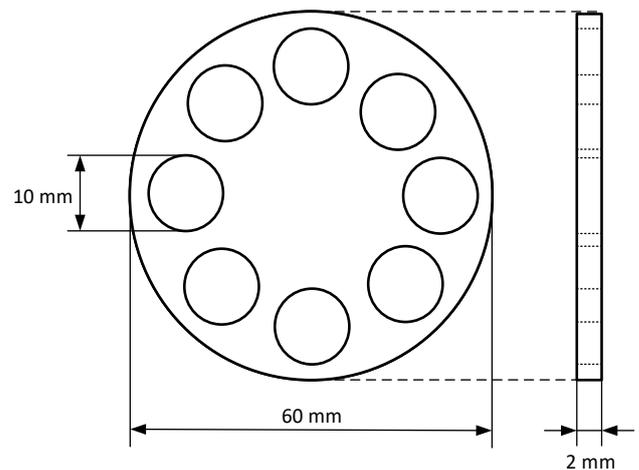
IV. HASIL DAN ANALISA

A. *Wiring Diagram*

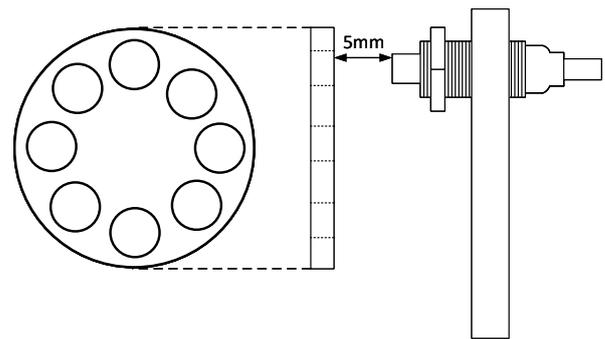
Dalam penelitian ini penulis membuat *wiring diagram*. Gambar 5 menunjukkan peletakan slot modul-modul PLC pada *base unit* dan *wiring diagram* PLC. Untuk peletakan modul PLC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Wiring Diagram*

| No. | Alamat | Tipe | Nama Perangkat | Keterangan |
|-----|----------|--------|----------------|-------------------------|
| 1. | Slot CPU | PLC | Q02H | Central Processing Unit |
| 2. | Slot 0 | Input | QX41 | Digital Input Module |
| 3. | Slot 1 | Output | QY42 | Digital Output Module |



Gambar 6. Desain dan Dimensi Plat *Encoder*



Gambar 7. Jarak Sensor dengan Plat

C. Ladder Diagram

1. Setting Nilai Sensor

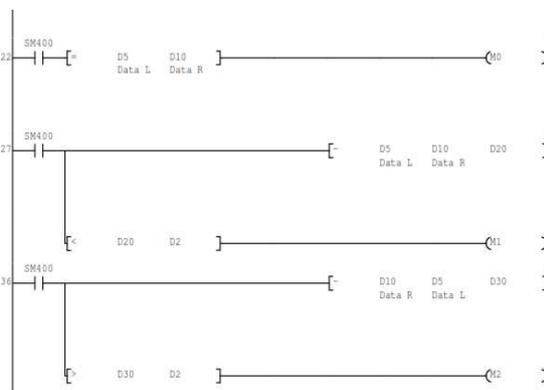
Ladder diagram ini menjelaskan tentang settingan untuk nilai sensor yang akan digunakan nantinya sebagai pembatas antara nilai sensor L dan nilai sensor R. X4 adalah *inputan* untuk menjalankan instruksi penambahan nilai sensor dengan perintah ladder [INCP D2]. X5 adalah *inputan* untuk menjalankan instruksi pengurangan nilai sensor dengan perintah ladder [DECP D2].



Gambar 8. Ladder Setting Nilai Sensor

2. Perbandingan Sensor L dan R

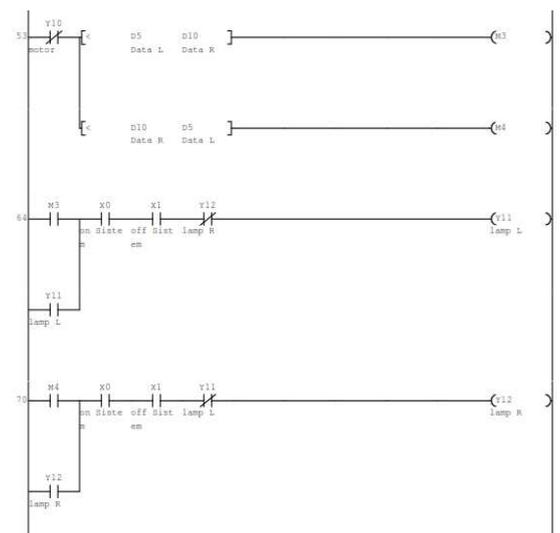
Ladder diagram ini berfungsi sebagai sistem kerja utama dimana cara kerjanya yaitu adalah dengan cara membandingkan nilai sensor L dan nilai sensor R. Perbandingan itu dapat dilihat pada Ladder [< D20 D2] yang berarti apabila nilai D20 kurang dari D2 maka M1 akan bekerja dan ladder [> D30 D2] yang berarti apabila nilai D30 lebih dari nilai D2 maka M2 akan bekerja. Selain program perbandingan terdapat juga program persamaan yang berfungsi jika nilai sensor sama maka motor akan bekerja tetapi apabila nilai sensor L dan R berbeda maka motor akan mati/stop dengan ladder [= D5 D10]. Ladder ini yang mengatur *on/off* nya mesin dan mendeteksi terjadinya masalah pada bagian *pinion gear*.



Gambar 9. Ladder Perbandingan Sensor L dan R

3. Indikator Posisi Gear

Ladder ini merupakan *ladder outputan* dari sistem kerja pendeteksi *gear*. Jika *gear* dalam keadaan bermasalah maka lampu peringatan pada HMI akan menunjukkan posisi *gear* yang bermasalah. Sistem kerja *ladder* ini adalah dengan sistem kerja komparator. D5 sebagai data sensor L dan D10 sebagai data sensor R. Ladder [< D5 D10] dengan penjelasan jika nilai D5 kurang dari D10 maka M3 akan bekerja dan mengaktifkan Y11 yang menyatakan bahwa *gear* sebelah kiri rusak atau terjadi masalah dan ladder [< D10 D5] dengan penjelasan jika nilai D10 kurang dari D5 maka M4 akan bekerja dan mengaktifkan Y12 yang menyatakan bahwa *gear* sebelah kanan rusak atau terjadi masalah.



Gambar 10. Ladder Indikator Kerusakan Posisi Gear

D. Verifikasi Program

Verifikasi penelitian ini dilakukan dengan cara menjalankan perintah program satu persatu. Mulai dari penggunaan tombol apakah sudah bisa digunakan dan mendapatkan hasil yang sesuai atau belum. Logika kontrol yang sudah dibuat dengan *ladder diagram* apakah sudah bisa dikendalikan dan sesuai atau belum. Tabel 2 berikut ini merupakan hasil yang diperoleh dari verifikasi program.

Tabel 2. Verifikasi Program

| No. | Program | Item | Keterangan |
|-----|---------------------------|---|------------|
| 1. | Touch Screen HMI GOT 1000 | Button Menu | Sesuai |
| | | Button Sensor <i>Pinion</i> | Sesuai |
| | | Button Enter & Back Password | Sesuai |
| | | Button Up & Down Setting Nilai Sensor | Sesuai |
| | | Button Back Screen Setting Nilai Sensor | Sesuai |
| | | Indikator Peringatan Lampu L & R | Sesuai |
| | | Button Screen Peringatan | Sesuai |
| 2. | Push Button | Forward | Sesuai |
| | | Reverse | Sesuai |
| | | Push Off Motor | Sesuai |
| | | Selector Switch | Sesuai |
| 3. | Sensor | Proximity L & R | Sesuai |
| 4. | Motor | Forward | Sesuai |
| | | Reverse | Sesuai |
| 5. | Lampu | Emergency | Sesuai |
| | | Sistem ON | Sesuai |
| | | Sistem OFF | Sesuai |
| | | Forward | Sesuai |
| | | Reverse | Sesuai |

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa program dan item sudah bekerja dengan baik sesuai fungsinya. HMI *Touchscreen* merk Mitsubishi GOT 1000 tipe GT 1155 320x240 digunakan sebagai penghubung antara pengguna (*user*) dan mesin yang diintegrasikan terhadap PLC Mitsubishi *series Q* dengan kabel serial komunikasi RS-232 dan *buzzer* sebagai indikator suara. *Push Button* digunakan sebagai *wiring* komponen *input* yang dihubungkan ke *input module* PLC QX41. Sensor *proximity* yang dipakai adalah sensor *proximity* Omron E2E-X5ME1. Motor digunakan untuk sistem penggerak utama dengan sistem *wiring* rangkaian *star*. *Pilot lamp* digunakan sebagai indikator visual untuk memberikan tanda kerusakan *pinion gear* pada panel operasi. Tegangan yang digunakan untuk *pilot lamp* ini adalah sebesar 220VAC.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa perancangan *safety device pinion gear* menggunakan sensor *proximity* dan plat *encoder* sebagai acuan nilai data dan terjadinya *problem* pada *pinion gear*. Skema sistem peringatan akan bekerja ketika data L dan data R atau dalam penelitian disimbolkan dengan [D5 & D10] memiliki nilai yang sama besar maka *gear pinion* dalam keadaan normal. Jika data D5

kurang dari D10 maka indikator *pinion gear* kiri mengalami gangguan. Kemudian jika D10 kurang dari D5 maka indikator *pinion gear* kanan mengalami gangguan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian pada makalah ini didasarkan pada pengembangan *safety device* pada *pinion gear* mesin *curing* ban di PT. Gajah Tunggal, Tbk. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini khususnya rekan-rekan di PT. Gajah Tunggal Tbk. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tim editorial Jurnal Teknologi Elektro untuk publikasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja," p. 262, 2012.
- [2] A. I. Pangestu, M. Asmi, E. Suryadi, and M. Asmi, "Pengaruh Kualitas Produk Ban Terhadap Kepuasan Konsumen Di Distributor Griya Ban Bridgestone Pada PT . Bridgestone Tire," vol. 1, no. 1, pp. 49–56, 2017.
- [3] H. Hermanto and E. Wiratmani, "Analisis Reject Gagal Curing Valve Terjepit Pada Produk Ban Luar Pt Suryaraya Rubberindo Industries Dengan Metode Six Sigma Dan Fmea," *IKRA-ITH Teknol. J. Sains Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 15–25, 2019, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-teknologi/article/view/336>.
- [4] Æ. Tam and Æ. Tam, "Perencanaan Gear Box Dan Analisis Statik Rangka Conveyor Menggunakan Software Catia V5," *Perenc. Gear Box Dan Anal. Statik Rangka Conveyor Menggunakan Software Catia V5*, pp. 5–7, 2014.
- [5] F. Mustaqim, W. Kosasih, and A. Ahnad, "Pemeliharaan Mesin Hydraulic Shear Menggunakan Pendekatan Reliability Centered Maintenance dan Manajemen Suku Cadang," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 9, no. 3, pp. 153–162, 2020, doi: 10.26593/jrsi.v9i3.4023.153-162.
- [6] W. D. Putro and A. S. Ardjo, "Analisis Kerusakan Middle Axle," *J. Rekayasa Mesin Politek. Negeri Semarang*, vol. 9, pp. 11–19, 2014, doi: <http://dx.doi.org/10.32497/rm.v9i1.442>.
- [7] T. H. Febriana, Hernadewita, C. Hermawan, and H. Herlambang, "Perbaikan Ketahanan Lifetime Bladder untuk Peningkatan Curing Efficiency pada Proses Industri Tire Manufacture," *IJIEM (Indonesian J. Ind. Eng. Manag.)*, vol. 1, no. 1, pp. 33–44, 2020, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Hendi-Herlambang/publication/350041106_Perbaikan_Ketahanan_Lifetime_Bladder_untuk_Peningkatan_Curing_Efficiency_pada_Proses_Industri_Tire_Manufacture/links/604cdc06afdcccfee7ceeee/Perbaikan-Ketahanan-Lifetime-Bladder-.
- [8] F. Muliawati and R. Wahyudi, "Penerapan Plc Mitsubishi Fx 2N - Series Sebagai Pengganti Selttime-1000 Untuk Kontrol Timer Proses Produksi Ban Pada Mesin Tire Curing Press," *J. Tek. Elektro dan Sains Univ. Ibn Khaldun Bogor*, vol. 1, no. 1, pp. 14–21, 2014, doi: <http://dx.doi.org/10.32832/juteks.v1i1.742>.
- [9] D. M. Chandra Mufti, "Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Mesin Curing Tipe Allwell Di PT. X," *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin PNJ*, pp. 377–382, 2017.
- [10] H. Budi Harja and N. Ahmad Nugraha, "Usulan Pembaharuan jadwal Kegiatan Preventive Maintenance pada Mesin Curing PCR PT.XYZ Menggunakan Metoda Distribusi Weibull," *J. Teknol. dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 1, no. 1, pp. 23–35, 2019, doi: 10.48182/jrm.v1i1.3.