

Penerapan *Photoelectric* Sensor Untuk Mengurangi *Loss Film* Karena Salah Perhitungan

¹Udin Sahrudin, ²Rahmat

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sains Indonesia, Bekasi Cikarang Barat 17520

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sains Indonesia, Bekasi Cikarang Barat 17520

Correspondence email: rahmat.r@lecturer.sains.ac.id

Abstrak

Pada produksi kemasan plastik, kondisi *miss print* pada gulungan film harus diketahui agar mesin berhenti tepat pada posisinya. Saat ini, pencarian posisi *miss print* di mesin *High Speed Seal* masih menggunakan perhitungan diameter gulungan secara manual berdasarkan label dari departemen *printing*. Metode konvensional ini memakan waktu lama, memicu *human error*, meningkatkan *downtime*, dan memperbesar *loss material*. Penelitian ini bertujuan menerapkan sensor *photoelectric* Keyence untuk mendeteksi posisi *miss print* secara otomatis. Sensor dengan metode *thrubeam* dipasang pada kedua sisi jalur *unwinder* untuk mendeteksi penanda label. Sinyal sensor kemudian dikirim ke *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai input untuk menghentikan mesin secara presisi pada posisi yang ditentukan. Hasil penerapan menunjukkan bahwa pencarian posisi *miss print* berjalan otomatis, lebih cepat, dan akurat dibanding metode manual. Sistem ini berhasil meminimalkan potensi kesalahan operator, menekan *loss material*, serta meningkatkan efisiensi proses produksi pada mesin *High Speed Seal*.

Kata Kunci: *High Speed Seal, Loss Material, Miss Print, Programmable logic controller PLC, Sensor Photoelectric.*

Abstract

In plastic packaging production, miss-print conditions on film rolls must be identified so that the machine can stop precisely at the correct position. Currently, locating the miss-print position on High-Speed Seal machines still relies on manual roll diameter calculations based on labels from the printing department. This conventional method is time-consuming, prone to human error, increases downtime, and leads to high material loss. This study aims to implement a Keyence photoelectric sensor to automatically detect the miss-print position. The thrubeam sensor method is installed on both sides of the unwinder path to detect label markers. The sensor signal is then sent to a Programmable Logic Controller (PLC) as an input to stop the machine precisely at the designated position. The implementation results show that locating the miss-print position runs automatically, faster, and more accurately compared to the manual method. This system successfully minimizes the potential for operator error, reduces material loss, and improves production process efficiency on High-Speed Seal machines

Keywords: *High Speed Seal, Loss Material, Miss Print, Programmable logic controller PLC, Sensor Photoelectric.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Plastic Packaging merupakan perusahaan kemasan plastik sanitary yang telah beroperasi sejak tahun 2011. Dalam kegiatan produksinya, penggunaan alat dan mesin berteknologi tinggi merupakan hal yang wajib untuk menunjang produktivitas dan kualitas produk yang dihasilkan (Roysen et al., 2024). Seiring dengan perkembangan industri, program *costdown* mulai diterapkan untuk meningkatkan

hasil produksi sekaligus menekan biaya operasional. Di sisi lain, reduksi beban kerja operator juga menjadi fokus penting guna meningkatkan efektivitas kerja (Imron et al., 2025). Hal ini sejalan dengan prinsip Usaha untuk meningkatkan kinerja karyawan, diantaranya dengan memperhatikan beban kerja (Gultom, 2024).

Salah satu titik proses produksi yang kerap menghasilkan *loss material* adalah kesalahan dalam perhitungan diameter untuk mencari

posisi *miss print* pada gulungan film di mesin *High Speed Seal*. Saat ini, operator harus melakukan pengukuran dan perhitungan diameter secara manual, lalu menginput hasil perhitungan tersebut ke dalam panel kontrol (*touchscreen/HMI*).

Proses repetitif ini dinilai kurang efektif dan menyita waktu kerja operator. Secara umum, metode manual yang diterapkan saat ini memiliki beberapa kelemahan utama, antara lain risiko *human error*, efisiensi waktu yang rendah (*cycle time* meningkat), serta beban kerja non-*value-added* bagi operator. Otomasi robotik juga bisa digunakan untuk menyempurnakan sistem COVI (*cost out value in*), mempersingkat *Cycle Time*, dan mengurangi *downtime* yang berpengaruh pada sektor pembiayaan dan waktu produksi (Maulan et al., 2025; Muhammad Ikhsan Lubis et al., 2025).

Kerugian akibat penanganan material (*material handling*) secara konvensional ini juga dipertegas oleh (Firdaus, 2025), Faktor manusia, seperti ketidakakuratan dalam pengukuran atau interpretasi data, menjadi penyebab utama ketidakakuratan tersebut. Dalam industri manufaktur kemasan fleksibel, ketidaktepatan pemberhentian posisi potong atau gulungan *film* dapat memicu akumulasi *waste* yang tinggi. Oleh karena itu, pendekatan otomatisasi mutlak diperlukan untuk mengeliminasi variabel ketidakpastian yang disebabkan oleh faktor manusia tersebut (Ramadhan et al., 2025).

Adapun urutan kerja pengukuran manual yang berjalan saat ini meliputi:

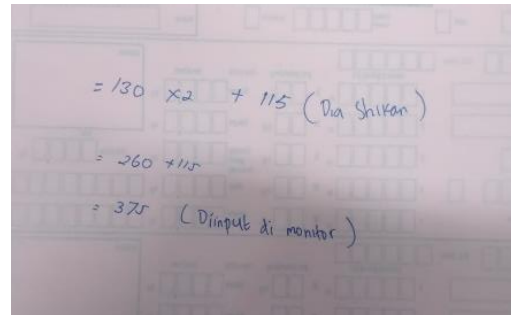
- **Pengukuran Langsung:** Operator mengukur jarak radial dari diameter luar *papercore* hingga ke titik label *miss print* pada gulungan film menggunakan alat ukur manual.



Gambar 1. (Pengukuran manual menggunakan alat ukur)

- **Pencatatan dan Penghitungan:** Operator melakukan kalkulasi menggunakan rumus kalkulasi diameter berikut:

$$\{\text{Diameter Label Misprint}\} = \{\text{Hasil Pengukuran}\} + \{\text{Diameter Papercore}\}$$



Gambar 2. (Mencatat dan menghitung manual)

- **Penginputan pada Control Panel:** Operator memasukkan hasil akhir diameter tersebut ke dalam panel kontrol mesin dan menekan tombol aktivasi sistem pemberhentian otomatis berbasis diameter.



Gambar 3. (Menginput data ke panel kontrol)

Metode berbasis kalkulasi diameter manual di atas memicu keterlambatan respons mesin, di mana mesin sering kali mati terlalu cepat atau terlambat dari posisi label penanda. Kerugian waktu operasional atau *downtime* yang disebabkan oleh intervensi manual ini menjadi salah satu penghambat utama dalam pencapaian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan nilai efektivitas peralatan secara keseluruhan untuk mendapatkan pencapaian performance dan reliability (Rifaldi, 2020).

Untuk mengatasi masalah tersebut, penerapan sensor berbasis optik atau *photoelectric* telah terbukti menjadi salah satu solusi terbaik dalam mendeteksi objek bergerak secara cepat dan non-kontak, sensor berperan

sebagai pemicu keputusan kontrol secara real time (Arvinda & Irwanto, 2026).

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini mengusulkan sebuah solusi otomatisasi berupa penerapan teknologi sensor *photoelectric* inframerah dengan amplifier Keyence PX-10 dan head sensor Keyence PX-H72. Pemanfaatan sensor *photoelectric* dengan metode pancaran langsung (*thru beam*) dinilai sangat efektif untuk mendeteksi *marker* atau label penanda pada material transparan karena memiliki tingkat akurasi pembacaan pulsa yang sangat tinggi. Sensor *photoelectric* merupakan suatu sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu obyek (Tehuayo et al., 2014).

Komponen Keyence PX-H72 merupakan kepala sensor transmisi (*thru beam*) *heavy-duty* berukuran M12 yang dirancang khusus untuk lingkungan industri ekstrem (Transmisi, 2026). Sensor ini menggunakan LED inframerah dengan panjang gelombang 870 nm yang memiliki daya tembus (*penetration power*) sangat kuat, sehingga mampu bekerja optimal menembus debu tebal maupun kotoran pada area produksi. Sinyal dari amplifier PX-10 kemudian diintegrasikan langsung menuju *Programmable Logic Controller* (PLC). Penggunaan PLC sebagai otak kendali sistem otomatisasi industri terbukti memberikan keunggulan dalam hal kecepatan pemrosesan data diskrit (koreksi mikrosekond) dan keandalan sistem interlok jika dibandingkan dengan mikrokontroler standar.

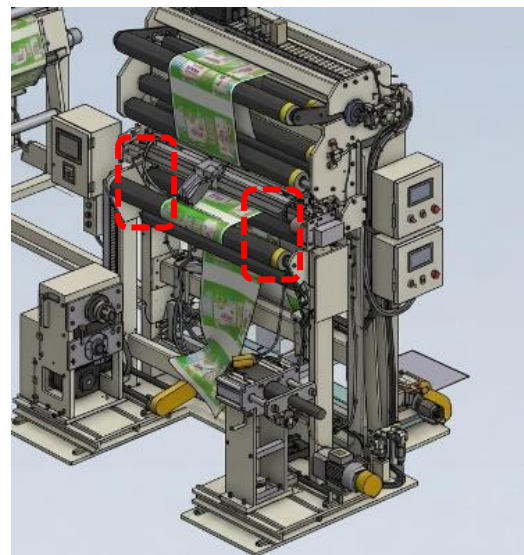
Melalui respons cepat pulsa *one-shot* dari sensor yang dikirim ke alamat input digital PLC, mesin dapat langsung berhenti secara instan tepat pada posisi film yang mengalami *miss print* tanpa melalui proses perhitungan manual. Penerapan sistem deteksi otomatis berbasis sensor dan PLC terintegrasi seperti ini terbukti mampu memotong *cycle time* penanganan *error*, mengeliminasi *human error*, serta memberikan kontribusi signifikan terhadap penurunan *loss material* hingga ke tingkat minimum. Karena *human error* telah terbukti Sebagian besar terkait dengan metode untuk mengurangi kesalahan (Anak Agung Istri Sri Wahyuni et al., 2021).



Gambar 4. (Amplifier Sensor PX-10)



Gambar 5. (Head Sensor Sensor PX-H72)



Gambar 6. (Posisi penempatan Head Sensor Sensor PX-H72)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh metode pengukuran diameter secara manual terhadap tingkat *loss* produksi film dan efisiensi waktu kerja operator pada mesin *High Speed Seal*?

2. Bagaimana rancang bangun sistem otomatisasi pendeteksian label *miss print* menggunakan sensor *photoelectric* inframerah yang terkoneksi dengan PLC?
3. Sejauh mana efektivitas penerapan sensor *photoelectric* dalam menurunkan angka kesalahan perhitungan (*human error*) dan menekan *loss material* dibandingkan metode manual?

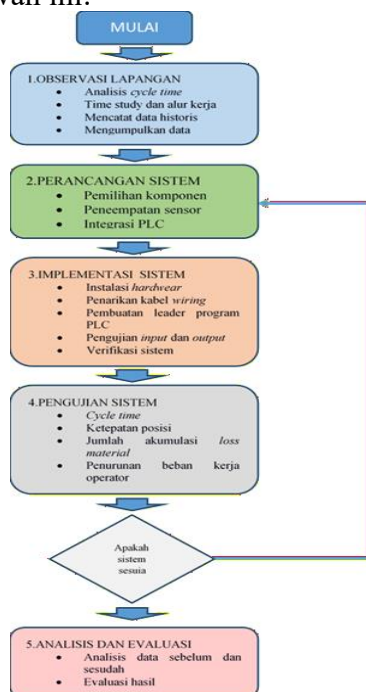
1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis dampak teknis dan kerugian dari proses pengukuran diameter manual terhadap produktivitas dan volume *loss* produksi.
2. Merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi otomatis tanpa pengukuran manual berbasis sensor *photoelectric* terintegrasi PLC.
3. Menguji efektivitas penggunaan sensor *photoelectric* dalam mengeliminasi *human error* serta mengoptimalkan *cycle time* produksi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 7. Diagram alir penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui beberapa tahapan metode sebagai berikut:

1. Observasi Lapangan:

Melakukan analisis *cycle time* pada metode pengukuran manual, melakukan *time study*, serta mencatat data historis frekuensi kegagalan pencarian *miss print* akibat salah perhitungan.

2. Perancangan Sistem:

o Pemilihan Komponen:

Menggunakan perangkat sensor *photoelectric* industri, yaitu *head sensor* Keyence PX-H72 dan *amplifier* unit Keyence PX-10.

o Penempatan Sensor:

Menentukan titik koordinat pemasangan bracket sensor pada area jalur masuk (*unwinder section*) gulungan film.

o c. Integrasi PLC:

Menghubungkan output elektrik dari *amplifier* sensor ke dalam modul *input* digital PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai sinyal pemicu (*trigger*) interlok mesin.

3. Implementasi:

Melakukan instalasi perangkat keras (*hardware*), penarikan kabel sinyal (*wiring*), dan pembuatan logika program (*software*) berupa pemrograman *ladder diagram* pada PLC.

4. Pengujian Sistem:

Pengujian dilakukan dengan membandingkan performa metode manual (lama) dan metode sensor (baru) berdasarkan empat parameter utama:

- o Waktu penemuan posisi *miss print* (*cycle time*).
- o Ketepatan posisi berhentinya mesin terhadap label penanda.
- o Jumlah akumulasi *loss material* (film) yang terbuang.
- o Penurunan beban kerja subjektif operator.

2.2 Rancang Bangun Sistem

Sistem otomatisasi dirancang agar sensor *photoelectric* dapat membaca label penanda

secara instan saat gulungan film berputar melewati jalur *unwinder*. Alur integrasi sistem dirinci sebagai berikut:

1. Penentuan Alokasi Input PLC:

Untuk menerima sinyal diskrit dari amplifier sensor Keyence PX-10, sistem dihubungkan ke modul I/O terdekat yang tersedia pada mesin. Jalur input dialokasikan pada stasiun input nomor 2 dengan alamat ID digital input **X102C** dan **X102D**.

2. Perancangan Ladder Diagram :

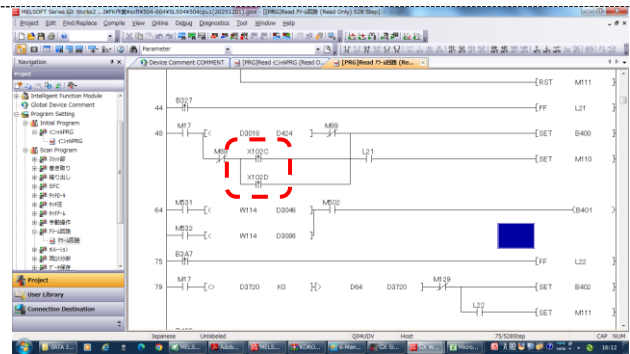
Logika program pada PLC dirancang menggunakan instruksi one-shot pulse (1 kali pulsa transisi positif). Ketika sensor mendeteksi adanya label penanda *miss print*, amplifier akan mengirimkan sinyal tegangan 0 VDC ke terminal *input* PLC (**X102C/X102D**). Sinyal instan ini diproses oleh *ladder diagram* untuk langsung mengaktifkan koil internal stop mesin. Dengan demikian, sistem akan mengirimkan signal ke motor penggerak utama secara presisi pada satu kali ketukan pulsa, sehingga mesin berhenti tepat pada posisi film yang bermasalah tanpa memerlukan kalkulasi diameter.

3. Perancangan Bracket Head Sensor:

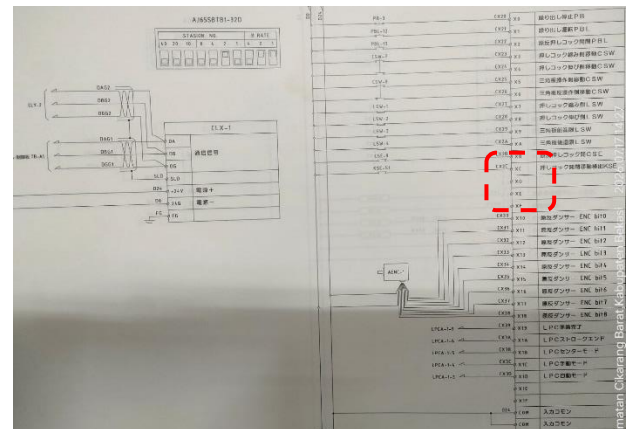
Perancangan bracket sensor disesuaikan dengan posisi pemasangan head sensor, perancangan desain atau gambar menggunakan aplikasi AutoCad.

Host STA	Remote STA	Link	Explanation
0000	0000	1	Station 1
0001	0001	2	Station 2
0002	0002	3	Station 3
0003	0003	4	Station 4
0004	0004	5	Station 5
0005	0005	6	Station 6
0006	0006	7	Station 7
0007	0007	8	Station 8
0008	0008	9	Station 9
0009	0009	10	Station 10
0010	0010	11	Station 11
0011	0011	12	Station 12
0012	0012	13	Station 13
0013	0013	14	Station 14
0014	0014	15	Station 15
0015	0015	16	Station 16
0016	0016	17	Station 17
0017	0017	18	Station 18
0018	0018	19	Station 19
0019	0019	20	Station 20
0020	0020	21	Station 21
0021	0021	22	Station 22
0022	0022	23	Station 23
0023	0023	24	Station 24
0024	0024	25	Station 25
0025	0025	26	Station 26
0026	0026	27	Station 27
0027	0027	28	Station 28
0028	0028	29	Station 29
0029	0029	30	Station 30
0030	0030	31	Station 31
0031	0031	32	Station 32
0032	0032	33	Station 33
0033	0033	34	Station 34
0034	0034	35	Station 35
0035	0035	36	Station 36
0036	0036	37	Station 37
0037	0037	38	Station 38
0038	0038	39	Station 39
0039	0039	40	Station 40
0040	0040	41	Station 41
0041	0041	42	Station 42
0042	0042	43	Station 43
0043	0043	44	Station 44
0044	0044	45	Station 45
0045	0045	46	Station 46
0046	0046	47	Station 47
0047	0047	48	Station 48
0048	0048	49	Station 49
0049	0049	50	Station 50
0050	0050	51	Station 51
0051	0051	52	Station 52
0052	0052	53	Station 53
0053	0053	54	Station 54
0054	0054	55	Station 55
0055	0055	56	Station 56
0056	0056	57	Station 57
0057	0057	58	Station 58
0058	0058	59	Station 59
0059	0059	60	Station 60
0060	0060	61	Station 61
0061	0061	62	Station 62
0062	0062	63	Station 63
0063	0063	64	Station 64
0064	0064	65	Station 65
0065	0065	66	Station 66
0066	0066	67	Station 67
0067	0067	68	Station 68
0068	0068	69	Station 69
0069	0069	70	Station 70
0070	0070	71	Station 71
0071	0071	72	Station 72
0072	0072	73	Station 73
0073	0073	74	Station 74
0074	0074	75	Station 75
0075	0075	76	Station 76
0076	0076	77	Station 77
0077	0077	78	Station 78
0078	0078	79	Station 79
0079	0079	80	Station 80
0080	0080	81	Station 81
0081	0081	82	Station 82
0082	0082	83	Station 83
0083	0083	84	Station 84
0084	0084	85	Station 85
0085	0085	86	Station 86
0086	0086	87	Station 87
0087	0087	88	Station 88
0088	0088	89	Station 89
0089	0089	90	Station 90
0090	0090	91	Station 91
0091	0091	92	Station 92
0092	0092	93	Station 93
0093	0093	94	Station 94
0094	0094	95	Station 95
0095	0095	96	Station 96
0096	0096	97	Station 97
0097	0097	98	Station 98
0098	0098	99	Station 99
0099	0099	100	Station 100

Gambar 8. (Alamat input CC-Link station2)



Gambar 9. (Leader program pada PLC Q series)



Gambar 10. (Leader wiring)

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Deteksi Sensor Terhadap Object Deteksi

Pengujian awal dilakukan untuk memastikan head sensor Keyence PX-H72 dan amplifier PX-10 mampu membedakan lembaran film normal dengan label penanda *miss print*. Melalui fitur digital penyesuaian sensitivitas pada amplifier PX-10, nilai ambang batas (*threshold*) dikalibrasi (Cables & Optional, n.d.).

Daya tembus LED inframerah terbukti sangat stabil menembus material film transparan/berwarna (nilai intensitas cahaya tinggi), dan mengalami penurunan intensitas cahaya secara drastis (drop mendekati 0) saat terhalang oleh label penanda *miss print*. Sinyal transisi dari *Light-ON* ke *Dark-ON* inilah yang memicu pulsa *one-shot* pada alamat input PLC **X102C** atau **X102D**.

3.2 Analisis Perbandingan Performa Sistem

Pengujian performa dilakukan dengan membandingkan 10 kali siklus pencarian posisi *miss print* menggunakan metode manual

(kalkulasi diameter) dan metode otomatis (sensor *photoelectric*). Parameter yang diuji meliputi waktu proses (*cycle time*), akurasi penghentian mesin, dan volume *loss* material film yang terbangun.

Tabel 1. (*Analisis perbandingan performa sistem*)

Kriteria	Metode Manual	Metode Sensor	Efisiensi
Waktu pengukuran	2-3 menit/gulungan	0	10%
Akurasi posisi berhenti	Bergantung human error 20-50 meter	±5 meter	90%
Potensi human error	Tinggi (salah ukur/salah input)	0	90%
Beban kerja operator	Beban kerja tinggi	Minimal	5%

3.3 Analisis Dampak Terhadap Produktivitas dan Downtime

Pada metode manual, operator harus mengukur jarak label *miss print* dan menghitung secara manual, mengambil penggaris/meteran, mengukur radius gulungan, menghitung dengan rumus, dan memasukkan data ke HMI. Proses non-value-added ini menciptakan akumulasi *downtime* yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada mesin *High Speed Seal* di PT. Plastic Packaging, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode konvensional berbasis perhitungan diameter gulungan film secara manual terbukti tidak efektif karena membutuhkan waktu *setting* yang lama (3-5 menit), membebani kerja operator, dan memiliki risiko *human error* tinggi yang menyebabkan *loss* material film yang besar.
2. Rancang bangun sistem otomatisasi menggunakan sensor *photoelectric* Keyence PX-H72 dan amplifier PX-10 yang diintegrasikan ke input digital PLC (X102C/X102D) melalui instruksi *one-shot pulse* dapat bekerja dengan sangat baik dan responsif untuk menghentikan mesin

secara otomatis (Mitsubishi Electric Corp., 2004).

3. Penerapan sensor *photoelectric* terbukti sangat efektif menekan *loss* material film hingga 90%, mengeliminasi *human error*, serta meningkatkan efisiensi waktu kerja secara signifikan karena proses deteksi berjalan secara *real-time* dan otomatis

Daftar Pustaka

- Anak Agung Istri Sri Wahyuni, Dian Wahdiana, Sereati Hasugian, & Anak Agung Istri Sinta Bela Paramitha. (2021). Analisis Human Error terhadap penggunaan Peralatan Komunikasi dan Navigasi Kapal Sebagai Penyebab Kecelakaan Kerja. *Infokes: Jurnal Ilmiah Rekam Medis Dan Informatika Kesehatan*, 11(1), 0–64. <https://doi.org/10.47701/infokes.v11i1.1049>
- Arvinda, S. D., & Irwanto, I. (2026). Analisis Integrasi Sensor Photoelectric Dan Variable Frequency Drive Pada Sistem Konveyor Distribusi Pintu Kulkas Di Pt . *Lg Electronics*. 10(1), 1–37.
- Cables, S., & Optional, P. (n.d.). *Heavy-duty Photoelectric Sensor SET Removing the Sensor Head from the Amplifier Unit*. 1–5.
- Firdaus, M. R. (2025). IMPLEMENTASI BIM UNTUK PERHITUNGAN VOLUMESTRUKTUR BAWAH GEDUNG DENGAN SISTEM PEMBAGIANZONA SEBAGAI DASAR OPNAME DAN MANDOR PAYMENT (Studi Kasus : Pembangunan RSUD XYZ Karawang). 15.
- Gultom, E. (2024). Pengaruh Beban Kerja terhadap Kinerja Karyawan Bagian Produksi pada PT Soraya Bedsheet Pekanbaru. *Pusat Publikasi Ilmu Manajemen*, 2(3), 261–269.
- Imron, J., Rahmat, R., Anggara Putra, D., Nurlaksana Restu, R., Natawibawa, M., & Sumardiyanto, H. (2025). Studi Eksperimental Pengaruh Pelatihan K3 Terhadap Kepatuhan Operator Mesin Di Industri Otomotif. *Jurnal Ekselenta*, 1(2), 3089–2163.
- Maulan, A. M., Saputra, G. L. D., Syahputra, R. B., Hidayat, S. M. R., & Prastyo, Y. (2025).



- Pengaruh Sistem Otomasi Robotik Terhadap Proses Produksi Mencakup Efisiensi Biaya, Waktu, Dan Kualitas Produk Menggunakan Metode Analisis Data Statistik. *GLOBAL: Jurnal Lentera BITEP*, 3(01), 8–16.
<https://doi.org/10.59422/global.v3i01.720>
- Mitsubishi Electric Corp. (2004). *GX Works2 Beginner's Manual (Simple Project)*.
- Muhammad Ikhsan Lubis, M. H., Lenny Herawati, S.T., M. T., Nelly Suryani, S.E., M.A.B., A., Yudha Witanto, S.T., M.T., MBB., C., Novianda, S.T., M. S., & Rahmat, S.T., M. T. (2025). *OTOMASI INDUSTRI Teknologi dan Implementasi* (M. S. Ir. Setiyono, S.T., M.M., M.T. (ed.); 1st ed.). Duta Technology.
<https://penerbitdutatechnology.com/book/56>
- Ramadhan, W., Alfianto, Y. R., Priyanto, H. D., Ardian, M. D., Appriansyah, M. R., & Rahmat, R. (2025). Optimalisasi Waktu Setup Mesin Grinding Pada Perusahaan Produksi Catalyst Converter Menggunakan Metode Single Minutes Exchange Of Dies (SMED). *Ekselenta, Jurnal*, 2(2), 1–7.
- Rifaldi, M. R. (2020). Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tandem 03 Di PT. Supernova Flexible Packaging. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 2(2), 1–77.
<https://doi.org/10.37631/jri.v2i2.180>
- Roysen, U., Rochmad, I., Rahmat, R., Ginny, P. L., & Juniawan, S. (2024). *Reduction of Defect Rate in the Line Maintenance Inspection Process Using Six Sigma Method in an Indonesian Airline*. June, 1–15.
- Tehuayo, R., Pranjoto, H., & Gunadhi, A. (2014). Lampu Tangga Otomatis. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 13(2), 1–13.
- Transmisi, H. S. (2026). *PX-H72 Spesifikasi Spesifikasi Dimensi*. 61–62.