



**MODIFIKASI *EMPTY VANE DETECTOR*
PADA MESIN *PACKER* DI PERUSAHAAN ROKOK
(STUDI KASUS PT DJARUM SIGARET KRETEK
MESIN GRIBIG, KUDUS)**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Atika Ni'mah

NIM.5301415048

**PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Atika Ni'mah
NIM : 5301415048
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : MODIFIKASI *EMPTY VANE DETECTOR* PADA MESIN
PACKER DI PERUSAHAAN ROKOK (STUDI KASUS PT
DJARUM SIGARET KRETEK MESIN GRIBIG, KUDUS)

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Juni 2019

Pembimbing



Dr. Hari Wibawanto, M.T.

NIP. 196501071991021001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Modifikasi *Empty Vane Detector* pada Mesin *Packer* di Perusahaan Rokok (Studi Kasus PT Djarum Sigaret Kretek Mesin Gribig, Kudus)” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 24 bulan Juni tahun 2019.....

Oleh :

Nama : Atika Ni'mah

NIM : 5301415048

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia :

Ketua



Dr. -Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197805312005011002

Sekretaris



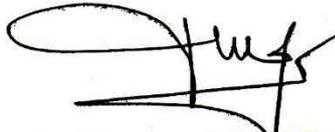
Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji 1



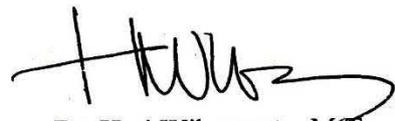
Dr. Ir. Subiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197411232005011001

Penguji 2



Budi Sunarko, S.T., M.T., Ph.d.
NIP. 197101042006041001

Penguji 3/Pembimbing



Dr. Hari Wibawanto, M.T.
NIP. 196501071991021001



Mengetahui,
Ketua Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 96911301994031001

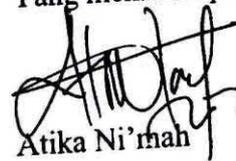
PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 24 Juni 2019

Yang membuat pernyataan,



Atika Ni'mah

NIM. 5301415048

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- ❖ “Jadikan tekanan dalam hidupmu sebagai pemacu semangatmu, dan mari bungkam ia dengan bukti suksesmu!” (Penulis)
- ❖ “Nelayan yang tangguh tidak terlahir dari laut yang tenang, ia lahir dari laut yang penuh ombak dan badai” (Aditya Hadi)
- ❖ “Man Jadda Wajada, Man Shabara Zhafira, Man Sara Ala Darbi Washala”

PERSEMBAHAN :

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, kupersembahkan skripsi ini untuk :

- ❖ Orang tua tercinta, Bapak Sobirin dan Ibu Purwanti atas segala jerih payah, dorongan, restu, dan doa yang tak pernah henti. I love U more and more.
- ❖ Kedua Saudara Tersayang, Ali Ubaidillah dan Achmad Naufal yang selalu memberikan segala bantuan, doa, dan motivasi.
- ❖ Bapak Riyanto, Bapak Imam Prakoso dan Tim Workshop Elektro PT Djarum SKM Gribig yang telah banyak membantu dan memotivasi.
- ❖ Alm. Niko Novanda atas segala jasa besar dan bantuan bagi penulis.
- ❖ Teman-Teman Operator PT Djarum SKM Gribig, Kudus.
- ❖ Teman-Teman Seperjuangan Pendidikan Teknik Elektro 2015.
- ❖ Teman-Teman Seperjuangan KKN Desa Tlogopakis-Pekalongan 2018.
- ❖ Sahabat dan Teman Dekat yang selalu ada setiap saat.

SARI ATAU RINGKASAN

Atika Ni'mah. 2019. Modifikasi *Empty Vane Detector* pada Mesin *Packer* di Perusahaan Rokok (Studi Kasus PT Djarum Sigaret Kretek Mesin Gribig, Kudus). Dr. Hari Wibawanto, M.T. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Teknologi menuju industri 4.0 berimbas pada Perusahaan Rokok. Proses produksi rokok telah menggunakan mesin-mesin canggih. Salah satu mesin yang banyak digunakan perusahaan rokok adalah mesin *Focke & Co* asal Jerman. Mesin ini memiliki teknologi yang canggih dan handal. Namun, *part* mesin ini memiliki harga yang relatif mahal. Salah satu *part* mesin *Packer Focke & Co* adalah *Empty Vane Detector* tipe B350S0037. Tujuan penelitian adalah melakukan perancangan modul *Empty Vane Detector* sebagai alternatif *Empty Vane Detector* tipe B350S0037 *Focke & Co* pada proses pengemasan rokok dengan kualitas kinerja yang sama dengan biaya yang lebih terjangkau.

Metode penelitian ini adalah *Research and Development*. Berdasarkan metode tersebut dilakukan analisa *Empty Vane Detector* B350S0037 guna merancang modifikasi *Empty Vane Detector*. Kemudian dilakukan uji produk dan pemakaian guna mengetahui kualitas modifikasi *Empty Vane Detector* dibanding produk asli dan uji kelayakan berupa angket yang dilakukan di lokasi studi kasus yaitu PT Djarum SKM Gribig, Kudus.

Hasil penelitian adalah *Empty Vane Detector* hasil modifikasi memiliki kualitas hampir sama dan dianggap layak sebagai alternatif lain *Empty Vane Detector* tipe B350S0037, dibuktikan dengan pengukuran dimana modifikasi *Empty Vane Detector* memiliki rentang jarak yang sama terhadap produk asli, prinsip kerja sensor 100% sama, *temperature* deteksi tidak jauh berbeda dengan produk asli, sensitivitas deteksi rokok dengan tingkat *error* rendah, dan hasil uji kelayakan melalui angket dengan hasil sangat layak dan layak, serta *Empty Vane Detector* modifikasi meminimalisir 90% biaya pada lokasi studi kasus.

Kata Kunci : *Modifikasi, Focke & Co, Empty Vane Detector*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya pada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Modifikasi *Empty Vane Detector* pada Mesin *Packer* Di Perusahaan Rokok (Studi Kasus PT Djarum Sigaret Kretek Mesin Gribig, Kudus)” dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Dalam kegiatan penyusunan karya tulis ini, penulis telah dibantu oleh banyak pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya dalam penyelesaian Skripsi;
2. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., selaku Rektor Universitas Negeri Semarang;
3. Dr. Nur Qudus M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang;
4. Dr. –Ing Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang;
5. Dr. Hari Wibawanto, M.T, selaku dosen pembimbing yang penuh perhatian dan atas berkenaan memberi bimbingan dan yang memberikan arahan dan dorongan dengan penuh kesabaran selama penulisan karya tulis ini;

6. Dr. Ir. Subiyanto, S.T., M.T. dan Budi Sunarko, S.T., M.T., Ph.d., selaku Penguji I dan II yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
7. Bapak Aris Rahargiyanto, selaku *Engineering Manager Secondary* PT. Djarum SKM Gribig Kudus;
8. Bapak Riyanto, selaku *Senior Production SPV – Maintenance* PT. Djarum SKM Gribig Kudus;
9. Bapak Imam Prakoso, Ketua *Workshop Engineer* dan Tim Workshop Elektro di PT. Djarum;
10. Seluruh teknisi dan operator mesin PT. Djarum SKM Gribig Kudus yang membantu dalam pelaksanaan penelitian skripsi;
11. Keluarga yang selalu mendukung dan memberikan semangat serta doa kepada penulis;
12. Rekan-rekan Pendidikan Teknik Elektro 2015 yang telah membantu penulis;
13. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Demikian Skripsi ini penulis susun. Penulis menyadari bahwa karya tulis ini jauh dari sempurna, semoga Skripsi ini dapat berguna bagi PT Djarum sebagai solusi dan acuan untuk *Empty Vane Detector*.

Semarang, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
SARI ATAU RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Penegasan Istilah	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Kajian Penelitian yang Relevan	8

2.2 Mesin <i>Packer</i>	14
2.3 <i>Empty Vane Detector</i>	16
2.3.1 <i>Photosensor</i>	19
2.3.2 Rangkaian <i>Power supply</i>	23
2.3.3 Rangkaian AND	24
2.3.4 Rangkaian <i>Switching</i>	26
2.4 Kerangka Berfikir	28
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	29
3.2 Metode Penelitian	29
3.3 Prosedur Penelitian	29
3.4 Subjek Uji Coba	37
3.5 Teknik Pengumpulan Data	38
3.5.1 Teknik Pengukuran	38
3.5.2 Teknik Kuisisioner (Angket)	45
3.6 Teknik Analisa Data	46
3.6.1 Teknik Analisis Data Statistik Deskriptif	46
3.6.2 Teknik Analisis Data Kuisisioner	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Penelitian	49
4.1.1 Rancang Bangun <i>Empty Vane Detector</i> Modifikasi ..	51
4.1.2 Kinerja <i>Empty Vane Detector</i> Modifikasi	59
4.2 Pembahasan	78

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN.....	81
5.1 Simpulan.....	81
5.2 Implikasi Hasil Penelitian	82
5.3 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Perancangan Kendali.....	10
Gambar 2.2 Rancangan Mekanik Alat Penghitung Benih Ikan Mas	13
Gambar 2.3 Bagian Sensor <i>Empty Vane Detector</i> pada Mesin <i>Packer</i>	15
Gambar 2.4 Letak Sensor <i>Empty Vane Detector</i> pada Mesin <i>Packer</i>	16
Gambar 2.5 Blok Diagram <i>Empty Vane Detector</i> Jerman	17
Gambar 2.6 Modul <i>Empty Vane Detector</i> Buatan Jerman (a) Tampak belakang (b) Tampak depan	19
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Sensor <i>Photoelectric</i> sensor Tipe Reflesi	20
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Sensor <i>Photoelectric</i> Tipe Penetrasi	20
Gambar 2.9 Skema Rangkaian dalam <i>Photoelectric</i> Sensor.....	21
Gambar 2.10 Hasil <i>Pulse</i> pada rangkaian <i>Photoelectric</i> Sensor.....	22
Gambar 2.11 Prinsip <i>Photoelectric</i> sensor tipe PNP	22
Gambar 2.12 Fisik Omron E3X-NA41 tipe PNP.....	23
Gambar 2.13 IC LM7815	24
Gambar 2.14 IC MC14082.....	26
Gambar 2.15 IC 817 (<i>Optocoupler</i>).....	26
Gambar 3.1 Langkah – langkah penggunaan Metode <i>Research and Development</i> (R&D)	30
Gambar 3.2 a) Sensor <i>Empty Vane Detector</i> Tampak Depan b) Sensor <i>Empty Vane Detector</i> Tampak Belakang c) Letak Komponen di <i>Box</i> Sensor <i>Empty Vane Detector</i>	32

Gambar 3.3 Diagram Blok Sensor <i>Empty Vane Detector</i>	33
Gambar 3.4 <i>Flowchat</i> Sistem Kerja Sensor <i>Empty Vane Detector</i>	33
Gambar 3.5 Skema Rangkaian Sensor <i>Empty Vane Detector</i>	34
Gambar 3.6 Sketsa pengambilan data pengukuran terhadap kemampuan rentang jarak pada sensor(a)Tampak Atas(b)Tampak Samping	39
Gambar 4.1 Hasil modifikasi <i>Empty Vane Detector</i>	49
Gambar 4.2 Hasil Replika <i>Empty Vane Detector</i>	50
Gambar 4.3 Komponen Modifikasi <i>Empty Vane Detector</i>	51
Gambar 4.4 Rangkaian <i>Power supply</i> pada produk asli	52
Gambar 4.5 Rangkaian <i>Power supply</i>	52
Gambar 4.6 Rangkaian Gerbang AND pada produk asli.....	53
Gambar 4.7 Rangkaian Gerbang AND	54
Gambar 4.8 <i>Photoelectric</i> Sensor produk asli.....	55
Gambar 4.9 <i>Photoelectric</i> Sensor	56
Gambar 4.10 Rangkaian <i>Switching</i> produk asli	57
Gambar 4.11 Rangkaian <i>Switching</i>	58
Gambar 4.12 Pengujian <i>Distance</i> kemampuan deteksi alat	60
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan <i>Distance</i> Kemampuan Deteksi <i>Empty</i> <i>Vane Detector</i> Modifikasi dan Asli.....	67
Gambar 4.14 Pengujian Sistem Keseluruhan Sensor <i>Empty Vane</i> <i>Detector</i> modifikasi dan asli	68
Gambar 4.15 Pengujian <i>Temperature</i> alat yang dihasilkan	70
Gambar 4.16 Grafik <i>Temperature</i> yang dihasilkan <i>Empty Vane Detector</i> .	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	10
Tabel 2.2 Hasil Uji Keseluruhan Sistem Alat Penghitung Benih Ikan	13
Tabel 2.3 Gerbang Logika AND	25
Tabel 2.4 Karakteristik Elektrik IC 817	27
Tabel 3.1 Rentang Jarak (<i>Distance</i>) Kemampuan Alat Mendeteksi Rokok	40
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	41
Tabel 3.3 <i>Temperature</i> Alat selama beroperasi	42
Tabel 3.4 Kinerja alat Dalam Mendeteksi Rokok	43
Tabel 3.5 Rincian Angket Uji kinerja produk	45
Tabel 3.6 Rincian Angket Uji Tingkat Perbaikan dan Perawatan Produk...	45
Tabel 3.7 Skala <i>Likers</i>	47
Tabel 3.8 Kriteria Presentase	48
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Distance</i> kemampuan deteksi alat modifikasi dan asli	60
Tabel 4.2 Hasil Sensor pada <i>Empty Vane Detector</i> Modifikasi	68
Tabel 4.3 Hasil Sensor pada <i>Empty Vane Detector</i> Asli	69
Tabel 4.4 <i>Temperature Empty Vane Detector</i> Modifikasi dan Asli pada Tahap Uji Coba	70
Tabel 4.5 <i>Temperature Empty Vane Detector</i> Modifikasi dan Asli pada Tahap Uji Pemakaian	71
Tabel 4.6 Kemampuan Mendeteksi Rokok	73

Tabel 4.7 Hasil Skor Angket Kinerja Produk oleh Operator Mesin <i>Packer</i>	75
Tabel 4.8 Hasil Skor Angket Perawatan dan Perbaikan Produk oleh Teknisi Lapangan SKM Gribig	76
Tabel 4.9 Rincian dana pembelian terakhir <i>Empty Vane Detector</i>	77
Tabel 4.10 Rincian dana pembelian <i>part</i> pada modifikasi <i>Empty Vane Detector</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Rangkaian <i>Empty Vane Detector</i>	87
Lampiran 2. Spesifikasi Omron E3X-NA41	88
Lampiran 3. Usulan Topik Skripsi	89
Lampiran 4.Usulan Pembimbing	90
Lampiran 5. Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi	91
Lampiran 6. Usulan Judul Skripsi.....	92
Lampiran 7. Laporan Selesai Bimbingan Proposal Skripsi	93
Lampiran 8. Daftar Hadir Seminar Proposal Skripsi	94
Lampiran 9. Daftar Hadir Peserta Seminar Proposal Skripsi.....	95
Lampiran 10. Daftar Hadir Dosen Seminar Proposal Skripsi	96
Lampiran 11. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi	97
Lampiran 12. Surat Izin Penelitian.....	98
Lampiran 13. Surat Diterima Penelitian Skripsi	99
Lampiran 14. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian Skripsi 1	100
Lampiran 15. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian Skripsi 2	101
Lampiran 16. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian Skripsi 3	102
Lampiran 17. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian Skripsi 4	103
Lampiran 18. Surat Keterangan Selesai Penelitian	104
Lampiran 19 Laporan Selesai Bimbingan Skripsi	105
Lampiran 20. Angket Uji Perbaikan dan Perawatan Produk Oleh Teknisi..	106
Lampiran 21. Angket Uji Kinerja Produk Oleh Operator Mesin <i>Packer</i>	113

Lampiran 22. Dokumentasi.....	120
-------------------------------	-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di dunia industri berkembang sangat pesat, hal itu ditunjukkan dengan adanya revolusi industri yang hingga kini menuju industri 4.0 dimana perkembangan yang pesat tersebut ditandai dengan revolusi digital berupa teknologi sensor yang lebih kuat dengan harga yang murah, interkoneksi, dan analisis data (Schwab, 2016:6 – 9). Hal tersebut juga berimbas pada perkembangan industri di Indonesia, termasuk perusahaan rokok. Banyak asumsi masyarakat yang menyebutkan bahwa proses pembuatan rokok masih secara manual yaitu dengan memanfaatkan keterampilan tangan manusia untuk membuat rokok. Namun, bersamaan dengan perkembangan zaman, industri rokok telah memanfaatkan mesin-mesin produksi rokok dengan teknologi yang lebih canggih.

Proses produksi rokok tidak hanya dikerjakan oleh ketrampilan tangan manusia saja atau SKT (Sigaret Kretek Tangan), tetapi lebih ditekankan pada penggunaan mesin produksi rokok atau SKM (Sigaret Kretek Mesin) (Zhalina, 2013) Di samping lebih efisien, pencapaian target produksi rokok dapat terpenuhi dengan waktu yang lebih singkat. Mesin produksi rokok pada perusahaan rokok pada umumnya terdiri dari 3 unit, yaitu unit *maker*, unit *buffer*, dan unit *packer*. Unit *maker* adalah mesin yang bertugas untuk membuat rokok batangan. Unit *buffer* merupakan bagian *transmitter* atau mengantarkan rokok batangan yang telah jadi

dari unit *maker* ke *packer*. Sedangkan unit *packer* adalah serangkaian mesin yang bertugas untuk mengemas dan mengepak rokok ke dalam kemasan.

Beberapa perusahaan rokok di Indonesia menggunakan mesin produksi Jerman yaitu mesin *Focke & Co*. PT Djarum merupakan salah satu perusahaan rokok terbesar di Indonesia. PT Djarum memiliki 75.000 orang karyawan yang berpusat di Kudus, Jawa Tengah. Pada tahun 2017, Djarum telah menjual 58,8 miliar batang rokok (Kompas.com, 2018). Dengan demikian PT Djarum adalah salah satu perusahaan rokok di Indonesia yang menggunakan produk *Focke & Co* yang handan dan mumpuni dengan jumlah yang besar. Mesin *Packer* buatan *Focke & Co* terdiri dari *Hinge Lid Packer* (HLP 350), *reservoir* 802, *banderoller/stamper* 402 (BD), *wrapper* 401 (WR), dan *Marden Edwards/Overwrapper* (OW). Pada mesin *line up*, rokok akan berjalan dengan sistem COC untuk masuk dalam *Empty Vane Detector* yang berfungsi menata rokok menjadi dua baris (Manual Books,4.2). Dalam proses *packing*, rokok yang telah di produksi dan lolos *quality control* akan berjalan melalui konveyor menuju mesin *Packer*. Mesin *Packer* dalam perfoma proses *packing* tidak selalu bekerja dengan sempurna, akan ada beberapa kecacatan yang memungkinkan terjadi. Untuk itulah dalam mesin *Packer* terdapat banyak sensor yang digunakan untuk meminimalisir kecacatan produksi untuk meningkatkan kualitas produk. Salah satunya adalah *Empty Vane Detector* yang digunakan untuk medeteksi keadaan slot rokok dalam keadaan terisi atau kosong agar sebungkus rokok yang akan dikemas memiliki jumlah batang rokok yang sesuai.

Meskipun *Focke & Co* memiliki keandalan yang tinggi, terdapat kemungkinan bahwa bagian dari mesin tersebut akan mengalami kerusakan dan perlu diadakan perbaikan. Dimana produk ini adalah produk dari negara Jerman, produk ini memerlukan biaya yang tinggi dan perawatan yang ekstra. Ketika mengalami kerusakan pada salah satu bagian mesin, perlu diadakan perbaikan melalui vendor atau membeli *part* baru dari vendor tersebut. Tentu hal tersebut menghambat berjalannya produksi, penambahan bahkan pembengkakan biaya, serta rugi waktu dalam penanganan yang harus menunggu vendor memperbaiki mesin tersebut. Hal itu merupakan hal wajar dikarenakan kebanyakan perusahaan tidak ingin mengambil pusing dalam penanganan alat. Namun disisi lain banyak kerugian yang didapat, masalah utama adalah finansial perusahaan.

Salah satu bagian mesin *Packer* milik *Focke & Co* adalah *Empty Vane Detector* tipe B350S0037. Alat ini merupakan sensor pertama yang bekerja pada mesin *Packer* dengan cara mendeteksi keberadaan batang rokok yang akan dikemas. *Empty Vane Detector* yang dibeli dari Jerman ini merupakan suatu rangkaian dengan SMT (*Surface Mount Technology*) yaitu suatu teknologi yang menggabungkan prinsip sains dan teknik untuk perakitan board dengan penataan komponen agar lebih efektif. SMT ini memiliki keunggulan antara lain kepadatan sirkuit meningkat, ukuran komponen menurun, ukuran papan menurun, mengurangi berat, *lead* lebih pendek, dan interkoneksi lebih pendek (Hwang, 1989: 9). Berdasarkan teknologi yang canggih tersebut sensor ini memiliki rangkaian yang sulit dianalisa apabila terjadi kerusakan. Pembelian modul *Empty Vane*

Detector oleh vendor sebagai solusi yang kebanyakan perusahaan lakukan tentu menghabiskan biaya yang relatif mahal.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuatlah suatu penelitian berjudul “**Modifikasi *Empty Vane Detector* pada Mesin *Packer* di Perusahaan Rokok (Studi Kasus PT Djarum Sigaret Kretek Mesin Gribig, Kudus)**” bertujuan membuat modul pengganti dengan prinsip kerja yang sama, sebagai upaya meminimalisir biaya dan mengurangi hambatan dalam proses produksi. Dimana prinsip ekonomi perusahaan dalam proses produksi adalah menghasilkan barang produksi sebanyak-banyaknya dengan modal, biaya dan pengorbanan tertentu (Perdana, 2017: 2–4).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat ditentukan identifikasi permasalahan yang relevan yaitu:

1. Biaya pembelian modul *Empty Vane Detector* melalui vendor relatif mahal.
2. Terhambat proses produksi guna melakukan prosedur pembelian modul melalui vendor yang memerlukan waktu relatif lama.

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyelesaian identitas masalah diatas untuk menghindari penyimpangan pada penyampaian dari tema pokok yaitu Modifikasi *Empty Vane Detector* pada mesin *Packer* adalah:

1. Studi kasus perancangan modifikasi *Empty Vane Detector* dilakukan pada mesin *Packer* milik PT Djarum, Kudus.

2. Pembuatan modifikasi menggunakan *photosensor* “Omron E3X-NA41 tipe PNP” sebagai sensor pendeteksinya dan kabel *fiber optic* sebagai media pembacaan untuk *photosensor*.
3. *Empty Vane Detector* yang dihasil merupakan modifikasi dari *Empty Vane Detector* tipe B350S0037 pada mesin *Packer Focke & Co F5*.
4. Pembuatan replika *Empty Vane Detector* sebagai simulasi hanya sebatas pembuatan sensor dengan bagian dari mesin *Packer* tanpa penggerak (motor).
5. Pengukuran kualitas kinerja alat berdasarkan rentang jarak (*distance*), sensor, *temperature* kerja, serta kemampuan mendeteksi rokok dilakukan pada sensor hasil modifikasi di PT Djarum SKM Gribig, tidak dari replika *Empty Vane Detector*.
6. Penunjukan Prinsip kerja *Empty Vane Detector* berupa Dokumentasi dari PT Djarum SKM Gribig dan replika *Empty Vane Detector* dengan indikator *pilot lamp* merah dan hijau yang dihubungkan dengan relay sebagai outputnya.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat ditentukan rumusan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana model perancangan modul *Empty Vane Detector* pada sistem *packaging/pengemasan* rokok filter pada perusahaan rokok sebagai alternatif *Empty Vane Detector* tipe 350S0037 Focke & Co?

2. Bagaimana kinerja modul *Empty Vane Detector* modifikasi yang meliputi: rentang jarak, sensor, *temperature* kerja, kemampuan deteksi rokok, *response* pengguna, dan biaya pengembangan dibandingkan dengan *Empty Vane Detector* tipe B350S0037?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah diatas yaitu:

1. Perancangan modul *Empty Vane Detector* pada sistem *packaging*/pengemasan rokok filter pada perusahaan rokok sebagai alternatif *Empty Vane Detector* tipe 350S0037 Focke & Co.
2. Menghasilkan kinerja modul *Empty Vane Detector* modifikasi yang meliputi: rentang jarak, sensor, *temperature* kerja, kemampuan deteksi rokok, yang sama dengan *Empty Vane Detector* tipe B350S0037 dengan pertimbangan *response* pengguna dan harga yang lebih terjangkau.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang dapat diterapkan setelah pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Memberikan rancangan modul *Empty Vane Detector* yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk efisiensi proses perbaikan dan perawatan dan meminimalisir anggaran yang dikeluarkan perusahaan rokok.
2. Membantu mengatasi hambatan proses produksi yang terjadi dikarenakan pembelian modul pada vendor.

1.7 Penegasan Istilah

“Modifikasi *Empty Vane Detector* pada Mesin *Packer* Di PT Djarum Sigaret Kretek Mesin Gribig, Kudus” memiliki definisi sebagai berikut:

1. *Empty Vane Detector* adalah suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan rokok pada posisi yang presisi dari unit *buffer* menuju proses *Packaging*. Fungsi dari sensor ini untuk mendeteksi bahwa batang rokok yang akan dikemas memiliki jumlah yang sesuai, misal isi 12 batang, 16 batang, atau 20 batang rokok maka jumlah rokok tersebut harus sama tanpa ada satu slot yang kosong.
2. Mesin *Packer* adalah suatu alat yang digunakan untuk melakukan pengemasan batang rokok menjadi rokok didalam kemasan berbentuk 1 bungkus hingga 1 pack.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Penelitian yang Relevan

Dalam suatu penelitian diperlukan kajian mengenai metode, cara, dan hasil penelitian yang sudah terlaksana. Hal ini digunakan sebagai acuan pelaksanaan penelitian selanjutnya. Sehingga sebelum dilaksanakan “Modifikasi *Empty Vane Detector* pada mesin *Packer* di Perusahaan Rokok (Studi Kasus PT Djarum Sigaret Kretek Mesin Gribig, Kudus)” berikut ini beberapa kajian yang berkaitan sebagai acuan penelitian:

1. Penerapan Sistem *Stop Sign* pada Pertigaan Jalan Berbasis Sensor *Photoelectric* Studi Kasus Pada PT.Chevron Pacific Indonesia.

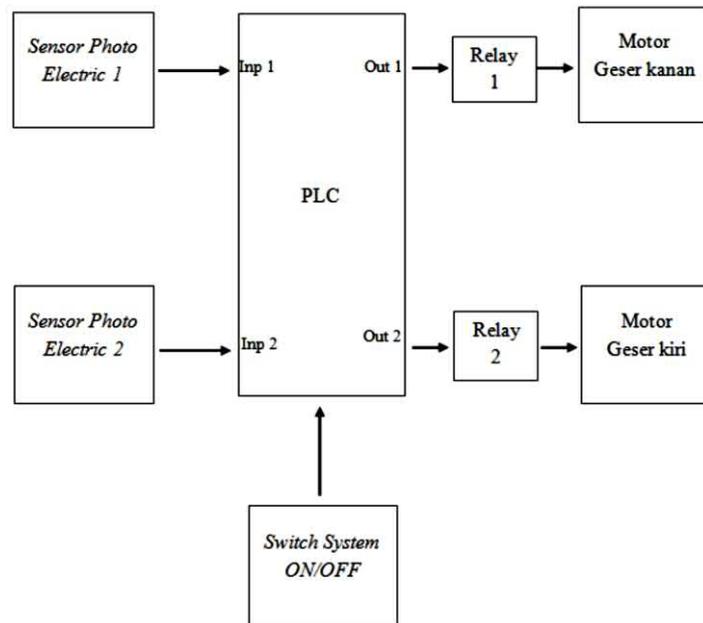
Dalam penelitian ini peneliti menggunakan sensor *Photoelectric* Optex fa VD-300 sebagai pendeteksi kendaraan yang melewati garis stop. Sensor diletakkan disamping jalan atau trotoar persimpangan jalan dengan menggunakan dua sensor. Sensor 1 diletakkan ditrotoar dibelakang garis stop sekitar 3cm dan sensor 2 diletakkan ditrotoar didepan garis stop sekitar 1 cm pada miniatur jalan. Sensor akan mengirimkan sinyal ke PLC sebagai kontrol yang telah diprogram untuk menentukan pengendara melanggar atau tidak di persimpangan petigaan jalan.

Pada penelitian ini *prototipe* akan diujikan dalam bentuk simulasi, sedangkan tempat pengujian dilakukan pada suatu tempat dimana simulasi yang dibuat sedemikian rupa agar *prototipe* dapat memberitahu pengendara yang

melanggar rambu-rambu tanda stop. Simulasi yang dibuat berupa memasang 2 buah sensor pada simulator pertigaan jalan, dimana kendaraan yang datang dan berhenti pada garis stop akan terbaca oleh sensor 1. Bila kendaraan tersebut berhenti pada garis stop selama 3 detik, lalu baru melanjutkan perjalanan sensor 2 tidak akan merespon karena pengendara tidak melakukan pelanggaran. Sebaliknya, apabila pengendara tidak berhenti pada garis stop dan langsung melanjutkan perjalanan, maka setelah terbaca oleh sensor 1 kendaraan akan langsung terbaca oleh sensor 2 dan sistem akan membaca pengendara tersebut melakukan pelanggaran. Selanjutnya kamera yang dipasang akan merekam secara otomatis ketika apabila ada pengendara yang melakukan pelanggaran. Untuk mendapatkan hasil yang optimal sensor 1 diletakkan pada rambu-rambu stop tepat pada garis berhenti kendaraan pada pertigaan jalan, sedangkan sensor 2 diletakkan disampingnya dengan jarak 20 cm pada simulator pertigaan jalan.

2. Sistem Koreksi Otomatis Pada Mesin *Packaging* Dengan Pengendali PLC.

Sistem yang dirancang merupakan sistem kendali *ON/OFF* yang melibatkan *sidelay* motor sebagai obyek yang digerakkan. Sensor yang dipasang merupakan *trigger* sekaligus penentu arah *sidelay* motor untuk bergerak. Pada saat sensor *photo electric* 1 aktif (dalam hal ini mendeteksi *reelfeed* yang bergeser) maka PLC akan mengaktifkan relay 1 untuk menggerakkan *sidelay* motor ke arah kanan. Pada saat sensor *photo electric* 2 aktif (dalam hal ini mendeteksi *reelfeed* yang bergeser) maka PLC akan mengaktifkan relay 2 untuk menggerakkan *sidelay* motor ke arah kiri. Sedangkan *switch auto / manual* dipasang untuk mengaktifkan sistem kendali ini.



Gambar 2.1 Diagram Perancangan Kendali

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai optimal dalam mengurangi *waste* akibat *overlap* dan alarm pada mesin. Pengujian meliputi pengujian sensitifitas sensor terhadap obyek, pengujian modifikasi PLC, dan pengujian sistem secara keseluruhan.

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.

NO	Sensor 1 (I0.00)	Tim 0 (15 ms)	Tim 1 (50 ms)	Sensor 2 (I0.01)	Tim 2 (15 ms)	Tim 3 (50 ms)	<i>Sidelay</i> Motor
1	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Bergeser ke kiri selama 15 ms
2	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	<i>Idle</i> menunggu input sensor
3	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	Bergeser ke kiri 15 ms

4	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	<i>Stop</i>
5	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	Bergeser ke kanan selama 15 ms
6	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	<i>Idle</i> menunggu input sensor
7	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	Bergeser ke kanan selama 15 ms
8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	<i>Stop</i>
9	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	<i>Overload</i>

3. Sistem Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Dengan Komunikasi *Wireless* Berbasis Arduino

Pada penelitian ini, sensor inframerah yang digunakan adalah *Adjustable Range* Inframerah Sensor dengan tipe E18-DB80NK. Sensor ini memiliki jarak deteksi 3 – 80 cm. *Adjustable Range* Inframerah Sensor merupakan seperangkat pemancar dan penerima disalah satu sensor saklar *Photoelectric*. Pada perancangan sistem ini, sensor inframerah E18-D80NK digunakan untuk mendeteksi adanya kereta yang melintas melewati sensor. Ketika kereta melewati sensor, maka LED pada sensor akan menyala dan sensor berada pada kondisi *High*. Sebaliknya, jika tidak ada kereta yang melewati sensor, maka LED pada sensor mati dan sensor berada pada kondisi *Low*. *Output* dari sensor inframerah ini dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler arduino untuk mendeteksi keadaan sensor sedang *High* atau *Low*, sehingga dapat diketahui apakah ada obyek yang melintasi sensor atau tidak. Sensor ini

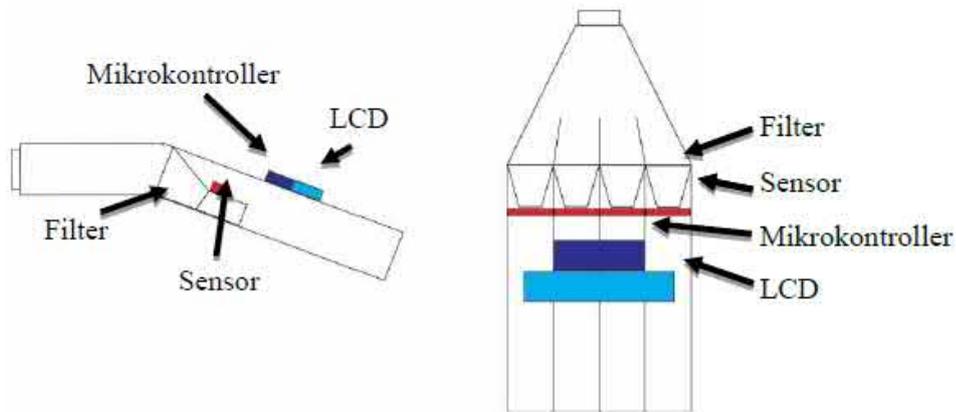
memiliki 3 pin yang harus dihubungkan ke arduino yaitu VCC (5 V), *ground*, dan sinyal.

Pengujian sensor inframerah ini dilakukan dengan cara mengukur jarak yang ada pada sensor inframerah terhadap suatu obyek. Sesuai dengan *datasheet*, sensor ini mampu mendeteksi obyek dengan jarak maksimum 80 cm. Namun, setelah dilakukan percobaan sensor ini tidak mampu mendeteksi obyek sejauh 80 cm. Sensor inframerah yang digunakan pada perancangan sistem ini sebanyak 2 buah. Pada ujicoba sensor pertama, sensor inframerah ini hanya mampu mendeteksi obyek sejauh 70 cm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kereta mainan untuk menguji sensor inframerah dan pemberian getaran pada miniatur untuk menguji deteksi kereta oleh sensor getaran. Dari hasil pengujian didapat sistem berjalan sesuai dengan perancangan awal yaitu dapat menutup dan membuka palang pintu perlintasan kereta api secara otomatis.

4. Rancang Bangun Alat Penghitung Benih Ikan Mas Berbasis Mikrokontroler

Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah *Beam Fotoelectric*, *Beam Fotoelectric* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi benda yang melewati radiasi sinar yang dipancarkan oleh sensor, yang kemudian dipantulkan kembali ke *receiver* sensor. Sensor ini bersifat saklar. Apabila sensor mendeteksi benda maka saklar akan ON, apabila tidak mendeteksi benda maka sensor OFF.

Ada tiga pokok tahap perancangan yang akan dilakukan dalam pembuatan alat penghitung benih ikan ini yaitu tahap perancangan mekanik, tahap perancangan elektronik dan perancangan software.



Gambar. 2.2 Rancangan Mekanik Alat Penghitung Benih Ikan Mas

Tabel 2.2 Hasil Uji Keseluruhan Sistem Alat Penghitung Benih Ikan

No	Durasi Waktu (Menit)	Jumlah Benih Hasil Perhitungan	Jumlah Ikan Sebenarnya	Error (%)
1	1	109	120	9,17
2	1	100	110	9,09
3	1	103	110	6,36
4	1	110	115	4,35
5	1	111	123	9,76
6	1	109	115	5,22
7	1	102	110	7,27
8	1	100	105	4,76
9	1	100	120	16,67
10	1	100	110	9,09
% ERROR				8,26

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada perancangan yang telah dilakukan, maka dengan ini ditarik kesimpulan :

- a. Alat penghitung benih ikan mas ini dapat menghitung rata-rata 104 benih ikan dalam waktu 1 menit.
- b. Performa alat dipengaruhi oleh jumlah sensor yang bekerja. Alat dapat menghitung rata-rata 50 benih dengan satu sensor, rata-rata 76 benih dengan dua sensor, rata-rata 88 benih dengan tiga sensor dan rata-rata 104 benih ikan dengan empat sensor yang bekerja.

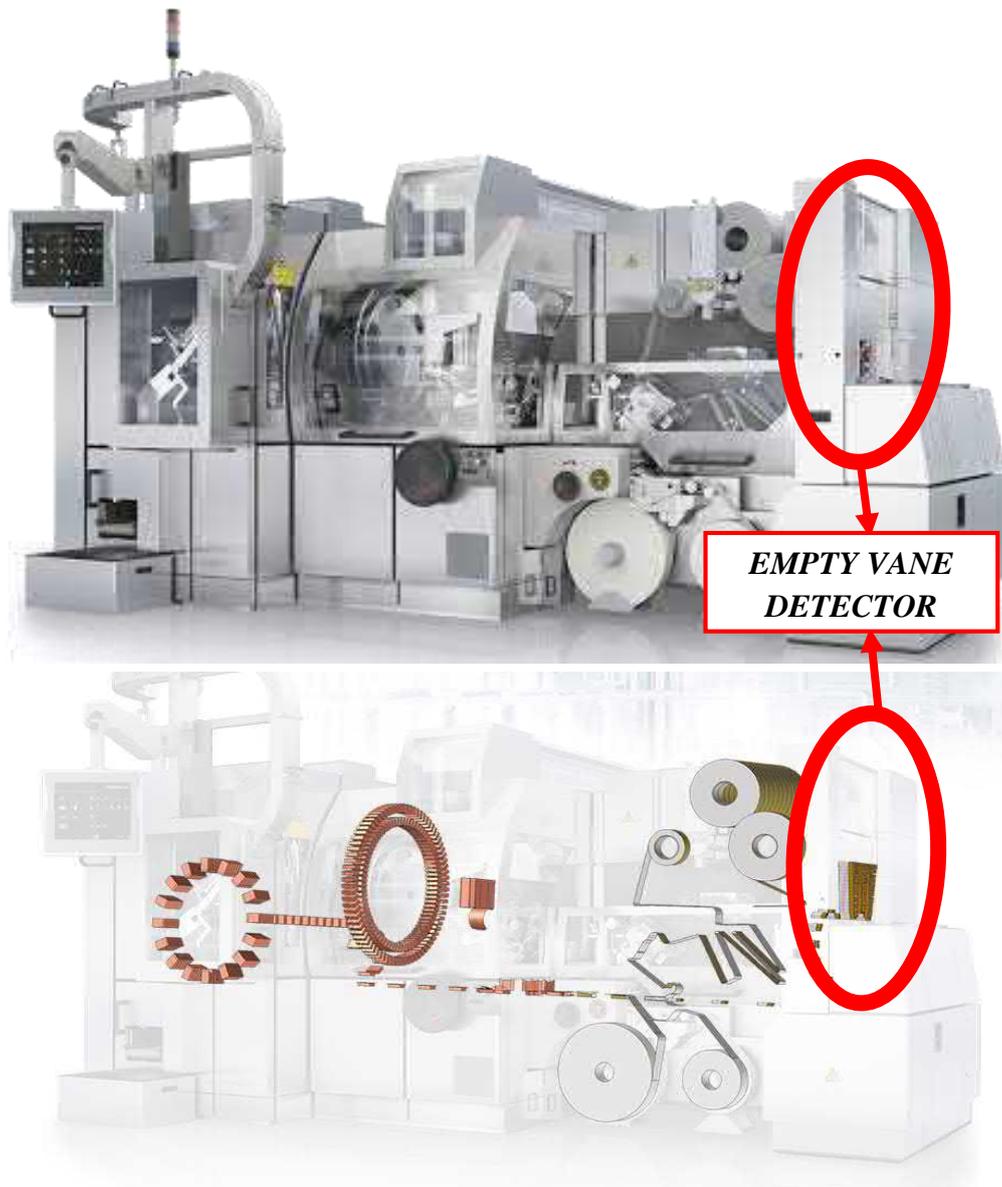
- c. Ketepatan dan kecepatan penghitungan benih ikan dipengaruhi oleh cara menuangkan benih ikan, ukuran benih dan volume air yang dialirkan.
- d. Hasil pengujian alat penghitung benih ikan mas ini menunjukkan persentase *error* 3,60 %.

2.2. Mesin Packer

Mesin *Packer* adalah unit mesin yang berfungsi untuk mengemas 300 hingga 1000 bungkus rokok per menit (Dalam *Focke & Co*). Sedangkan mesin *Packer* sendiri adalah mesin yang diproduksi oleh negara Jerman. Mesin ini merupakan pemroses akhir dalam produksi rokok, yaitu mengemas batang rokok dari *buffer* kemudian dibagi menjadi dua unit. Unit pertama adalah pengemasan batang rokok menjadi bungkus dengan isi 12 batang, 16 batang, atau 20 batang rokok tergantung pada merek rokok yang diproduksi, unit kedua bertugas untuk mengemas bungkus rokok menjadi *press*. Kemudian dalam proses pengemasan dengan bentuk *box* masih menggunakan tenaga manual oleh manusia.

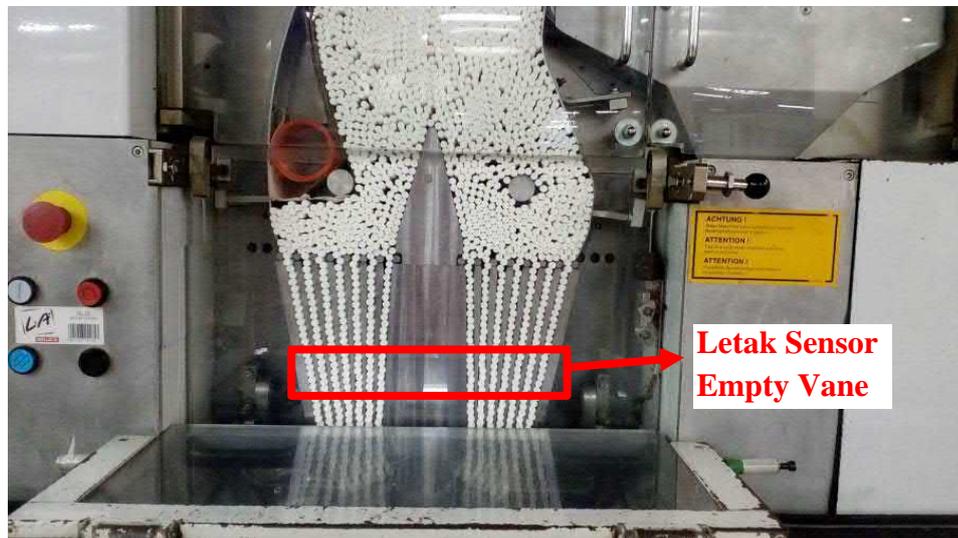
Mesin *Packer* merupakan serangkaian mesin yang terdiri dari berbagai sensor dan motor sehingga mampu mengemas rokok dengan baik dan sangat cepat dengan desain yang sangat fleksibel dan modular dikombinasikan dengan teknologi penggerak canggih. Mesin *Packer* terdiri dari *Hinge Lid Packer* (HLP 350), *reservoir* 802, *banderoller/stampler* 402 (BD), *wrapper* 401 (WR), dan *Marden Edwards/Overwrapper* (OW). Pada mesin *line up*, rokok akan berjalan dengan sistem COC untuk masuk dalam *Empty Vane Detector* yang berfungsi menata rokok menjadi dua baris (*Manual Books*,4.2). Terdapat banyak sensor yang digunakan mulai dari sensor pendeteksi keberadaan rokok, plastik, aluminium foil, kertas

pembukus, sensor posisi tataan batang rokok, diameter rokok, dan lain sebagainya. Setiap sensor berperan penting dalam proses *packing* rokok. Salah satu sensor yang digunakan adalah *Empty Vane Detector* sensor yang terletak pada bagian awal mesin *packer* yang terhubung pada unit *buffer*.



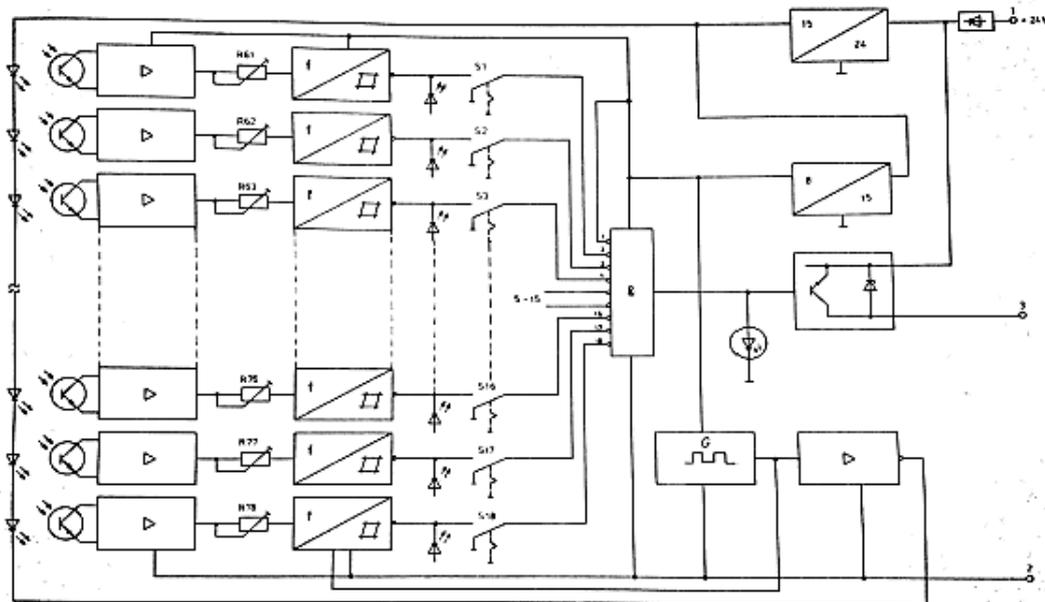
Gambar 2.3 Bagian *Empty Vane Detector* pada Mesin *Packer*
(Sumber: www.Focke&CO.com)

2.3 *Empty Vane Detector*



Gambar 2.4 Letak *Empty Vane Detector* pada Mesin *Packer*

Empty Vane Detector adalah suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan rokok pada posisi yang presisi dari mesin *buffer* menuju proses *Packaging*. Fungsi dari sensor ini untuk mendeteksi bahwa batang rokok yang akan dikemas memiliki jumlah yang sesuai, misal isi 12 batang, 16 batang, atau 20 batang rokok maka jumlah rokok tersebut harus sama tanpa ada satu slot yang kosong. Jika ada salah satu slot terdeteksi kosong, maka secara otomatis mesin akan berhenti bekerja.



Gambar 2.5 Blok Diagram *Empty Vane Detector* tipe B350S0037
(Sumber : *Manual book Mesin Packer F5*)

Prinsip kerja rangkaian pada gambar 2.5 yaitu, Input rangkaian ini adalah 24 VDC dari PLC mesin *Packer* yang diturunkan menjadi 15 VDC untuk menyuplai inframerah sebagai sensor kemudian diturunkan lagi menjadi 8 VDC untuk menyuplai beberapa komponen seperti IC gerbang NOR, rangkaian pembangkit modulasi *pulse*, rangkaian penguat, dan rangkaian kendali frekuensi. Inframerah dan *phototransistor* yang dihubungkan melalui *fiber optic* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan rokok yang tertata sejajar. Inframerah dan *phototransistor* dapat mendeteksi keberadaan rokok karena adanya rangkaian pembangkit modulasi *pulse* yang dihubungkan pada inframerah yang membuat inframerah berkedip sesuai dengan *pulse* yang dihasilkan pada rangkaian pembangkit modulasi *pulse*. Kedipan inframerah tersebut dibaca oleh *phototransistor* yang hasil *pulse* tersebut dikuatkan pada rangkaian penguat, hasil

dari sensor ini berupa frekuensi yang sensitifitas deteksinya diatur oleh trimpot. Kemudian frekuensi yang terbaca diolah oleh rangkaian pengendali frekuensi dengan menggunakan IC LM 567 yang didalamnya terdapat *band pass filter* yang mampu mengolah frekuensi dalam bentuk sinyal digital 0 dan 1. Hasil kendali frekuensi disambungkan pada LED sebagai indikator dan terdapat saklar yang digunakan untuk menentukan jumlah sensor yang akan digunakan. Kemudian dihubungkan pada IC NOR untuk pengolahan masing-masing sensor yang kemudian digunakan untuk menggerakkan output. Dimana prinsip kerja gerbang logika NOR adalah suatu gerbang logika AND dengan rangkaian aktif *low*, ketika input rangkaian bernilai keseluruhan 0 maka IC akan memberi sinyal output 1, sebaliknya ketika salah satu input memiliki nilai 1 maka IC akan mengeluarkan output 0. Sebelum menuju output berupa PLC 24 VDC terdapat rangkaian *switching* yang digunakan agar tegangan dari IC sebesar 8 VDC mampu menggerakkan motor pada PLC 24 VDC yaitu dengan menggunakan transistor dan dioda zener.



(a)



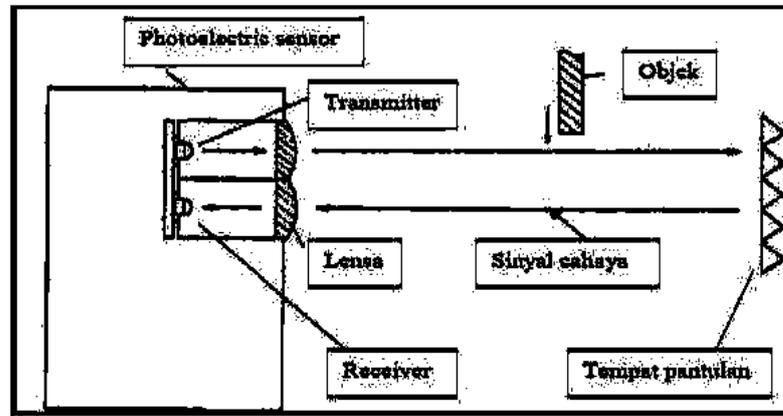
(b)

Gambar 2.6 Modul *Empty Vane Detector* B350S0037 (a) Tampak belakang (b) Tampak depan

2.3.1 *Photosensor*

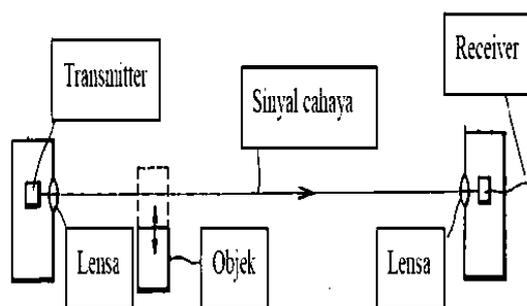
Photosensor/Photoelectric sensor adalah suatu alat yang mampu menguatkan sinyal intensitas cahaya yang diterima yang dihasilkan melalui pemrosesan proyeksi cahaya dan cahaya menerima pemrosesan, dan melakukan pemrosesan deteksi menggunakan sinyal intensitas cahaya yang diterima yang diperkuat (Tsuzuki, 2016: 8). Berdasarkan prinsip kerjanya, secara umum alat ini memiliki dua jenis yaitu: jenis refleksi, dimana alat pengirim cahaya (*transmitter*) dan penerima cahaya (*receiver*) berada pada satu tempat. Apabila ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan oleh sensor ini akan dipantulkan kembali ke arah sensor itu dengan sudut yang berbeda tetapi

masih dalam sumbu yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Prinsip Kerja *Photoelectric* sensor Tipe Refleksi.

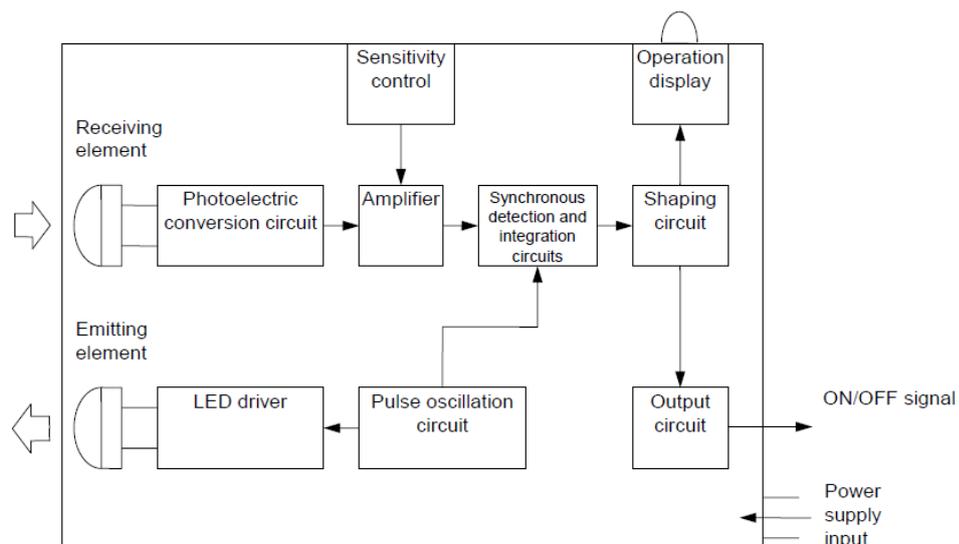
Jenis penetrasi, pada jenis ini *transmitter* dan *receiver* tidak berada pada satu tempat. Pada saat tidak ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang dikirimkan akan diterima oleh *receiver*, demikian sebaliknya jika benda ada pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang dikirimkan tidak sampai kepada *receiver*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.8.



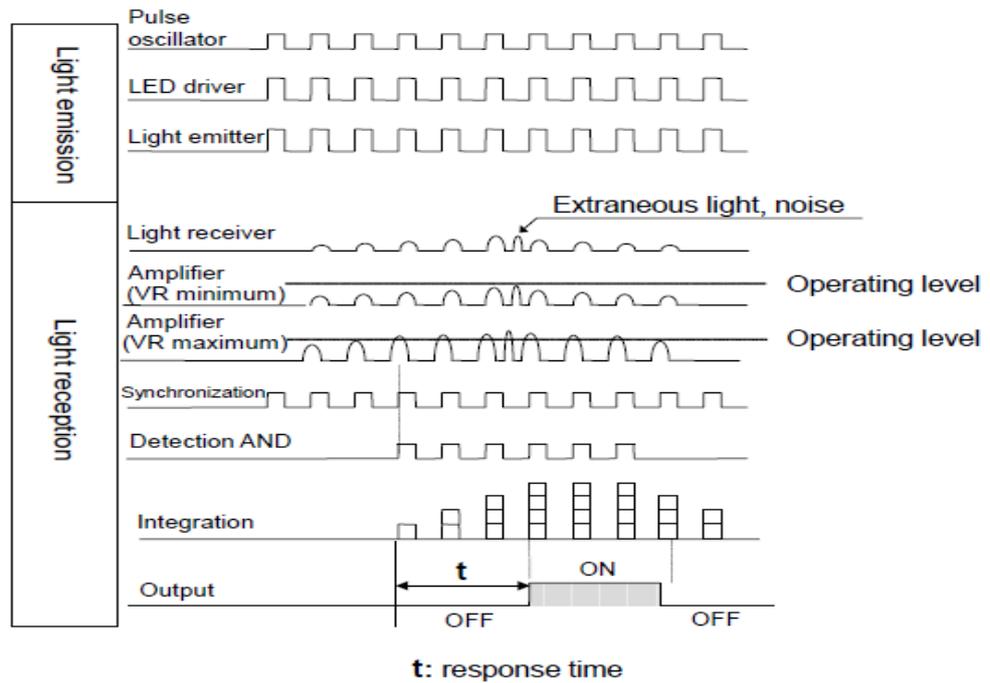
Gambar 2.8 Prinsip Kerja *Photoelectric* sensor Tipe Penetrasi

Photoelectric sensor terdiri dari *transmitter* penghasil cahaya, penerima cahaya, rangkaian utama, dan rangkaian output. Didalam *Photoelectric* sensor

telah terdapat rangkaian sehingga dapat langsung diaplikasikan pada output yang diinginkan, yaitu terdapat *Emitting element* adalah suatu elemen yang mampu menghasilkan sumber cahaya yang kemudian mampu di terima oleh *Receiving element*. Pada *Emitting element* terdapat rangkaian *Pulse Oscillation Circuit* yang digunakan untuk membangkitkan *pulse* yang dihubungkan pada *LED Driver*. Terdapat pula *Photoelectric conversion circuit* pengolah hasil *receiving element* yang kemudian dikuatkan oleh rangkaian *Amplifier* dimana dihubungkan dengan rangkaian yang dapat mengatur *Sensitivity control*. Sinyal berupa *pulse* dari *amplifier* diolah pada *synchronous detection and integration circuits* yang juga menerima *pulse* dari rangkaian *pulse oscillator*. Pada rangkaian output mengeluarkan nilai ON atau OFF yang merupakan hasil akhir dari pembacaan *Photoelectric* sensor. Pada gambar menunjukkan skema rangkaian dalam *Photoelectric* sensor dan gambar menunjukkan *pulse* yang dihasilkan pada masing-masing bagian.



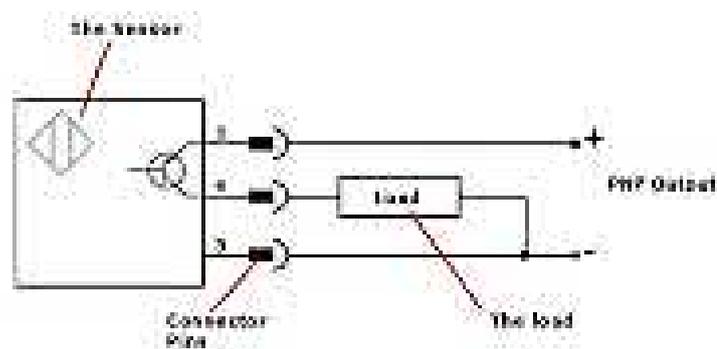
Gambar 2.9 Skema Rangkaian dalam *Photoelectric* Sensor
(Sumber : Panasonic Corporation, 2014)



Gambar 2.10 Hasil *Pulse* pada rangkaian *Photoelectric Sensor*

(Sumber : Panasonic Corporation, 2014)

Photoelectric sensor memiliki berbagai macam tipe dan merek sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Salah satu *Photosensor* yang ada di dunia industri adalah Omron E3X-NA41 tipe PNP. Berikut ini adalah gambar prinsip kerja tersebut:



Gambar 2.11 Prinsip *Photoelectric Sensor* Tipe PNP

1. Omron E3X-NA41 tipe PNP



Gambar 2.12 Fisik Omron E3X-NA41 tipe PNP
(Sumber : Datasheet Super Manual Fiber Amplifier E3X-NA)

Omron E3X-NA41 adalah *amplifier* hemat kawat dengan fitur ramping yang menyediakan penginderaan dasar segera setelah *plug-in* yang menggunakan. Fitur *amplifier* ini mengurangi persyaratan kabel dan ruang untuk saluran listrik, serta bilah LED yang cukup jelas untuk menampilkan tingkat cahaya. Omron E3X-NA ini memiliki model standar dari tipe sensor yang lain dengan panjang kabel 2 meter. *Power supply* yang dibutuhkan sensor ini adalah 12 sampai dengan 24 VDC. Sedangkan tegangan output yang dihasilkan maksimal 26,4 VDC. Dengan tipe PNP penggunaan sensor pada penelitian ini adalah *dark on* dimana ketika sensor mendeteksi keberadaan suatu benda sensor akan bekerja. Sensor ini *menggunakan fiber optic standart one head* untuk mengirimkan cahaya merah LED dengan kondisi lurus pada titik fokus yang mampu diatur.

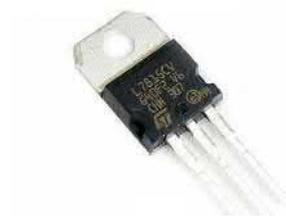
2.3.2 Rangkaian *Power supply*

Rangkaian *Power supply* adalah suatu rangkaian yang memiliki fungsi sebagai rangkaian penurun tegangan, dimana input rangkaian ini adalah 24

VDC, 24 VDC berasal dari tegangan dari mesin *packer* itu sendiri. Tegangan dari sumber perlu diturunkan karena tegangan yang dibutuhkan oleh rangkaian AND adalah 15 VDC.

Komponen yang akan digunakan dalam rangkaian *power supply* ini adalah:

1. IC Regulator 7815



Gambar 2.13 IC LM7815

(Sumber: www.m.id.aliexpress.com/item/32812546210.html)

IC Regulator Tegangan Tetap terintegrasi merupakan IC regulator yang menghasilkan tegangan output yang stabil IC. IC Regulator ini yang menghasilkan tegangan keluaran tetap positif dan negatif, ada pula yang menghasilkan tegangan keluaran yang bisa diatur (Dwi Surjono, 2009). Pada rangkaian yang akan digunakan adalah memerlukan IC dengan tipe LM7815. IC jenis ini memiliki 3 buah terminal yaitu masukan (input), keluaran (output), dan *ground* (GND). Jenis IC LM78xx menghasilkan tegangan (output) tetap positif, dengan nilai +15 VDC. Tegangan input minimal yang harus diterima IC LM7815 adalah +17.7. IC ini mampu bekerja pada suhu 0 °C sampai +125 °C.

2.3.3 Rangkaian AND

Rangkaian gerbang logika AND digunakan untuk mengolah hasil bacaan dari *photosensor*. Gerbang Logika AND adalah gerbang logika yang

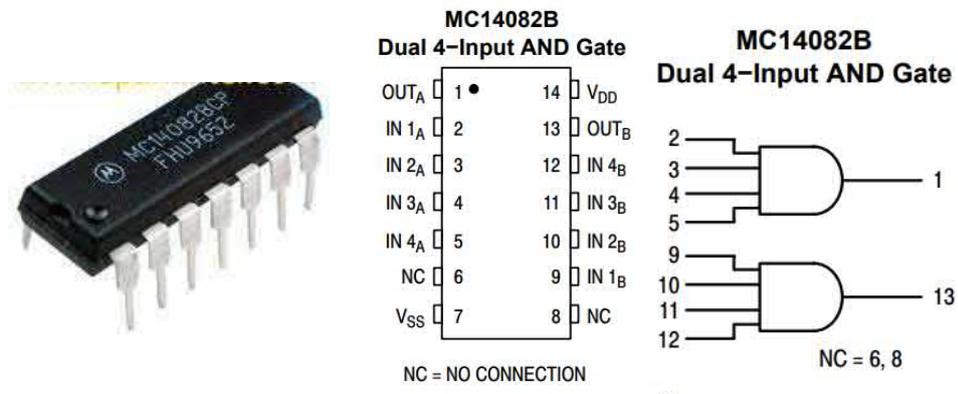
memerlukan 2 atau lebih Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang AND akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 1 jika semua masukan (Input) bernilai Logika 1 dan akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 0 jika salah satu dari masukan (Input) bernilai Logika 0. Fungsi dari *Empty Vane Detector* sebagai pendeteksi bahwa batang rokok harus memiliki jumlah yang sama sesuai dengan *setting* awal jumlah rokok tanpa ada satu slot yang kosong, maka rangkaian yang cocok dalam sensor tersebut adalah rangkaian gerbang AND dengan prinsip gerbang AND sebagai berikut:

Tabel 2.3 Gerbang Logika AND

Input		Output
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Komponen yang digunakan pada rangkaian ini adalah:

1. IC MC14082 adalah jenis IC gerbang AND yang didalamnya terdapat 2 gerbang logika AND dengan masing-masing gerbang memiliki 4 kaki input dengan 1 output. IC MC14082 merupakan keluarga dari jenis gerbang logika CMOS. IC ini mampu bekerja dengan *supply* tegangan 3 VDC sampai 18 VDC. Dalam rangkaian ini IC mendapatkan *supply* tegangan sebesar 15 VDC. IC ini mampu bekerja pada suhu -65°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2.14 IC MC14082

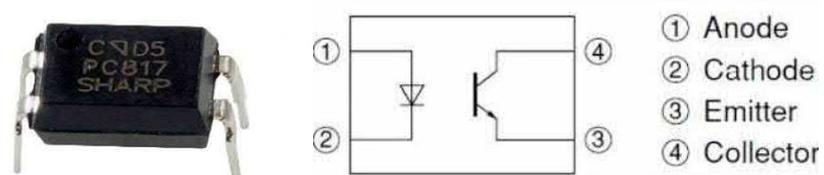
(Sumber: www.sparkinter.com/product.php)

2.3.4 Rangkaian *Switching*

Rangkaian *Switching* adalah suatu rangkaian yang memiliki prinsip kerja seperti saklar dimana mampu menghubungkan output dengan sumber yang memiliki tegangan berbeda. Rangkaian *switching* ini menghubungkan sumber tegangan dari rangkaian gerbang AND 15 VDC dengan output berupa PLC tegangan 24 VDC dan memberikan perintah untuk menggerakkan atau menghentikan motor pada mesin *Packer*.

Pada rangkaian ini komponen yang berperan adalah IC 817 sebagai *optocoupler*.

1. IC 817 (*Optocoupler*)

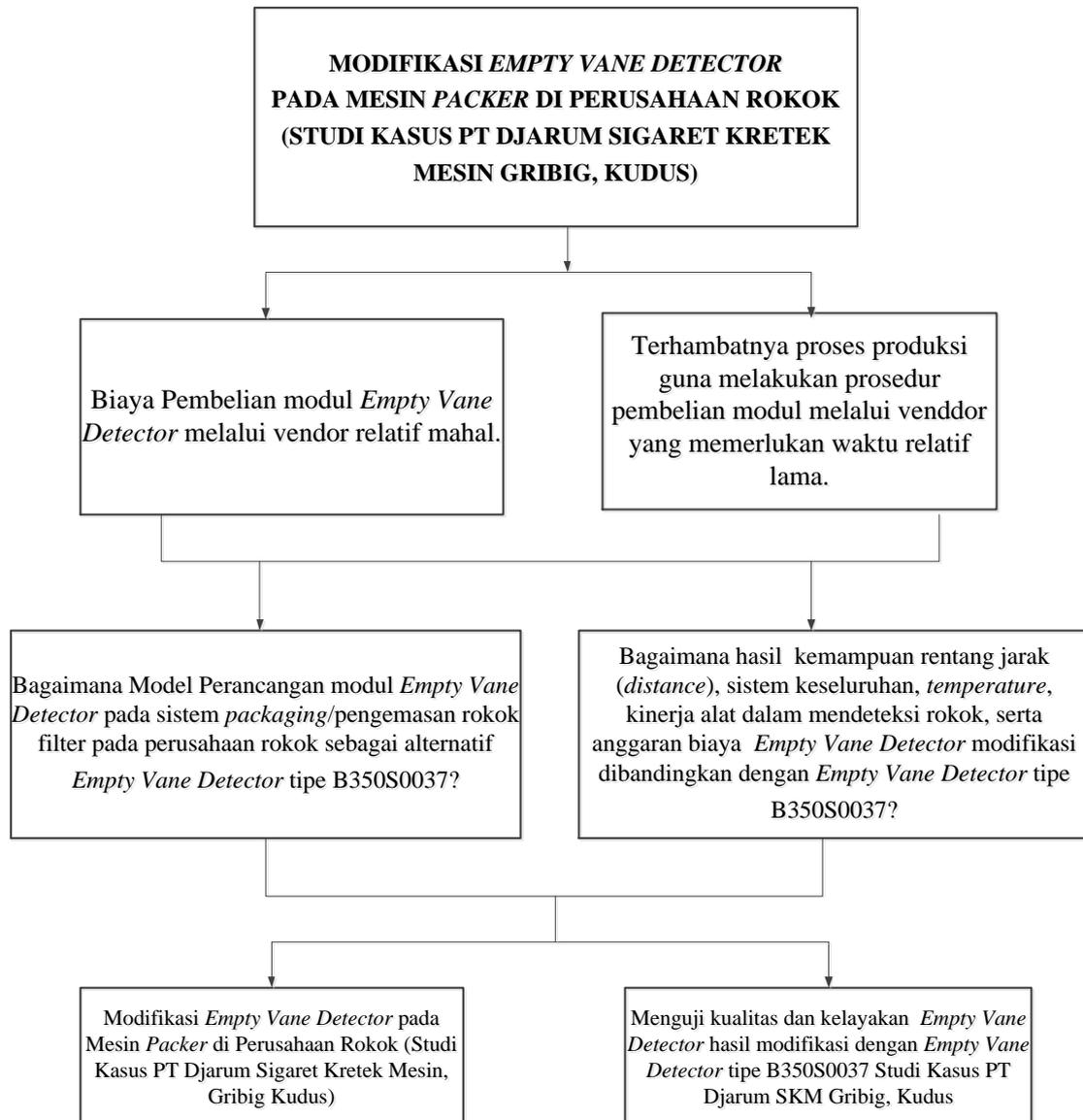
Gambar 2.15 IC 817 (*Optocoupler*)(Sumber: www.uge-one.com/pc817-optocoupler)

Optocoupler adalah sebuah komponen semi konduktor atau alat yang terdiri dari LED (*Ligh Emitting Diode*) dan komponen yang sensitif terhadap cahaya. IC 817 memiliki satu chanel/1 pasang rangkaian *optocoupler*. Didalam IC 817 ini terdiri dari bagian *transmitter* yaitu LED inframerah yang memberikan sinyal kepada bagian *receiver* merupakan *photodiode* berupa transistor yang peka terhadap cahaya. Prinsip kerja dari IC 817 yang merupakan jenis *optocoupler* adalah jika antara *photodiode* dan LED terhalang, maka *photodiode* akan *off* sehingga memberikan output *high*, namun sebaliknya jika *photodiode* dan LED tidak terhalang, maka *photodiode* akan *on* sehingga memberikan output *low*. Semakin besar arus listrik yang mengalir pada LED menyebabkan LED memancarkan cahaya inframerah semakin besar pula. Sehingga *optocoupler* dapat bekerja sebagai *switching*. Penggunaan IC 817 pada rangkaian ini adalah sebagai *switching* untuk memisahkan dua rangkaian yang memiliki beda tegangan agar rangkaian dengan tegangan rendah tetap dapat menyuplai tegangan yang lebih tinggi.

Tabel 2.4 Karakteristik Elektrik IC 817

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Input Forward Voltage	V_F	$I_F = 20 \text{ mA}$			1.4	V
Input Peak Forward Voltage	V_{FM}	$I_{FM} = 500 \text{ mA}$			3	
Input Reverse Current	I_R	$V_R = 4 \text{ V}$			10	μA
Collector- emitter cut-off current	I_{CEO}	$V_{CE} = 20 \text{ V}, I_E = 0$			10	
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_F = 20 \text{ mA}, I_C = 1 \text{ mA}$		0.1	0.2	V
Isolation resistance	R_{ISO}	DC 500V, 40 to 60% RH	5×10^{10}	10^{11}		Ω
Current Transfer Ratio	CTR	$V_{CE} = 5 \text{ V}, I_F = 5 \text{ mA}$	50		600	%
Rise time	t_r	$V_{CE} = 2 \text{ V}, I_C = 2 \text{ mA}, R_L = 100 \Omega$		4	18	μS
Fall time	t_f			3	18	
Input Terminal Capacitance	C_t	$V = 0 \text{ V}, f = 1 \text{ KHz}$		30	250	pF
Floating Capacitance	C_f			0.6	1	
Cut-off frequency	f_c	$V_{CE} = 5 \text{ V}, I_C = 2 \text{ mA}, R_L = 100 \Omega$		80		KHz

2.4 Kerangka Berfikir



BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Empty Vane Detector* hasil modifikasi dapat digunakan sebagai alternatif *Empty Vane Detector* tipe B350S0037 Focke&Co oleh Perusahaan Rokok, guna meminimalisir anggaran perawatan dan perbaikan *part* pada mesin *Packer Focke & Co*.
2. *Empty Vane Detector* hasil modifikasi memiliki kualitas yang hampir sama dan dianggap layak sebagai alternatif lain *Empty Vane Detector* tipe B350S0037 yang dibuktikan dengan pengukuran dimana modifikasi *Empty Vane Detector* memiliki persamaan rentang jarak (*distance*) yang tidak jauh berbeda terhadap produk asli, prinsip sensor dengan akurasi 100% terhadap sensor asli, produk modifikasi memiliki *temperature* deteksi yang tidak jauh berbeda terhadap produk asli, dan kemampuan mendeteksi rokok dengan tingkat *error* rendah, serta hasil uji kelayakan dengan menyebar angket dengan hasil sangat layak dan layak yang dilakukan pada lokasi studi kasus.
3. Hasil modifikasi *Empty Vane Detector* mampu meminimalisir anggaran pengeluaran dana kurang lebih 90% dibandingkan pembelian *Empty Vane Detector* tipe B350S0037.

5.2 Implikasi Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan suatu pengembangan dimana hasil dari pengembangan ini diharapkan dapat menjadi alternatif lain dalam penentuan perbaikan *Empty Vane Detector* yang dapat dilakukan oleh perusahaan rokok. Hasil dari modifikasi diharapkan memiliki kualitas dan kinerja yang sama dengan produk asli.

Dapat dipastikan bahwa hasil dari penelitian ini memiliki implikasi yang positif bagi berbagai pihak yang terdapat dalam penelitian ini. Hasil penelitian dan pengembangan ini menyatakan bahwa *Empty Vane Detector* ini lebih mudah dianalisa, lebih mudah dalam penanganan perbaikan dan perawatannya, memiliki spesifikasi dan kinerja yang hampir sama dengan produk asli dan mampu meminimalisir anggaran biaya perbaikan *Empty Vane Detector*. Hal ini terbukti dari pengambilan data pengukuran yang dibandingkan dengan produk asli dan angket (kuisisioner) yang telah disebar dan diisi oleh Operator Mesin *Packer* dan Teknisi Lapangan, serta data anggaran biaya pengeluaran di PT Djarum SKM Gribig-Kudus. Dari data-data yang telah terkumpul terungkap bahwa perusahaan terbantu dalam penanganan permasalahan yang ada.

5.3 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya dapat melakukan modifikasi dan pengambilan data di berbagai perusahaan lain untuk dibandingkan dengan karya ilmiah ini.

2. Modifikasi *Empty Vane Detector* ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dalam jangka waktu yang lama guna mencari tahu *life time* dan kualitas performanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2013. "Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik". Jakarta : Rineka Cipta.
- _____. 1998. "Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktek". Edisi Revisi IV. Jakarta : Rineka Cipta.
- Ayu Azanella, Luthfia. 2018. "Inilah Produsen Rokok Terbesar Di Indonesia". (Online). <https://nasional.kompas.com/read/2018/05/31/17281561/inilah-4-produsen-rokok-terbesar-di-indonesia> (Diakses pada 25 November 2018)
- Djarum. 2019. "World of Djarum". (Online). <http://djarum.com/world-of-djarum/history-of-djarum/> (Diakses pada 19 Februari 2019)
- Dwi Surjono, Herman. 2009. "Elektronika Lanjut". Jember: Penerbit Cerdas Ulet Kreatif.
- Focke & Co. "Focke & Co Cigarette *Packaging* & Otp". (Online) <https://www.focke.com/cigarette-Packaging-otp/> (Diakses pada 25 November 2018)
- Hwang, Jennie S. 1989. "Solder Paste in Electronics *Packaging* Technology and Applications in Surface Mount, Hybrid Circuits, and Component Assembly" New York: Van Nostrand Reinhold.
- Irfan, Andi. 2018. "Rancang Bangun Alat Penghitung Benih Ikan Mas Berbasis Mikrokontroler". Jurnal IT Sistem Komputer Stmik Handayani, Makassar Volume 9 No 1, April 2018.
- Isnandar, Ahmad Yudha. 2017. "Trainer Refrigerator sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Refrigerasi dan Tata Udara di Universitas Negeri Semarang". *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Kadirun, Hasanuddin, dan Aryanto. 2016. "Penerapan Sistem Stop Sign pada Pertigaan Jalan Berbasis Sensor *Photoelectric* Studi Kasus Pada Pt.Chevron Pacific Indonesia". Jurnal Fasilkom, Vol. 5, No.2, September 2016issn : 2089-3353.
- Kusriyanto, Medilla Dan Nendy Wismoyo. 2017. "Sistem Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis dengan Komunikasi *Wireless* Berbasis Arduino". Teknoin Vol. 23 No. 1 Maret 2017 : 73-80.
- Manual Books. "Operating Manual Packer". Jerman:Focke

- Perdana Prasetya, Sukma. 2017. “Konsepsi Produksi, Distribusi dan Konsumsi dalam Pemenuhan Kebutuhan Penduduk”. Kemendikbud, 2-4.
- Panasonic Corporation. 2014. “Basic of *Photoelectric* Sensors (Construction and Working Principle)”. (Offline). [ti_construction_working_principle_en.pdf](#).
- Republik Indonesia. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405/MENKES/SL/IX/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
- Saputra, Andrial dan Alwin Wahyu Fadhlir Rahman. 2016. “Sistem Koreksi Otomatis pada Mesin *Packaging* dengan Pengendali Plc”. Jurnal Teknik Mesin (Jtm): Vol. 05, Edisi Spesial 2016.
- Schwab, Klaus. 2016. “The Fourth Industrial Revolution”. New York: Crown Publishing Group, 6-9.
- Sugiyono. 2017. “Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D”. Bandung: Alfabeta.
- Tsuzuki, Ryosuke, Takehiro Kawai, dan Motoharu Okuno. 2016. “*Photoelectric* sensor and method for controlling amplification of received light intensity in *Photoelectric* sensor”. US Patent, 8.
- Zhalina Santoso, Tia, Mochamad Choiri, dan Nasir Widya Setyanto. 2013. “Peningkatan Kualitas Rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT) dengan Metode Six Sigma”. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri Universitas Brawijaya: p392-403, 2013.
- Datasheet Simple Fiber *Amplifier* Unit E3X-SD/-NA.(Offline). https://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/e3x-sd_na_e401-e1_6_2_csm2185.pdf?id=2647
- Datasheet MC14082BCP.(Offline). [www.alldatasheet.com>pdf>ONSEMI](http://www.alldatasheet.com/pdf/ONSEMI)
- Datasheet PC817C. (Offline). www.alldatasheet.com/Pc-8017.pdf
- Datasheet 78XX.(Offline). www.alldatasheet.com/ESTEK/78XX.pdf
- Datasheet BC 327.(Offline). www.alldatasheet.com/MOTOROLA/BC327.pdf
- Datasheet CD4002.(Offline). www.alldatasheet.com/TI/CD4002.pdf
- Datasheet D400.(Offline). www.datasheetd400.pdf
- Datasheet LM567.(Offline). www.alldatasheet.com/NSC/LM567.pdf
- Datasheet D313.(Offline). www.alldatasheet.com/UTC/D313.pdf