

LAPORAN KERJA PRAKTIK

**IMPLEMENTASI *VISION SYSTEM* SEBAGAI
SISTEM INSPEKSI KELENGKAPAN
ACCESSORIES PACKAGING CT3600 DI PT
PCI ELEKTRONIK INTERNASIONAL
BATAM**

Teresia Evana. S

NIM. 2220307032

Pembimbing

Retno Tri Wahyuni, S.T.,M.T.

PROGRAM STUDI D-IV

TEKNOLOGI REKAYASA SISTEM ELEKTRONIKA

POLITEKNIK CALTEX RIAU

2026

LAPORAN KERJA PRAKTIK

**IMPLEMENTASI *VISION SYSTEM* SEBAGAI
SISTEM INSPEKSI KELENGKAPAN *ACCESSORIES*
PACKAGING CT3600 DI PT PCI ELEKTRONIK
INTERNASIONAL BATAM**

Politeknik Caltex Riau



A Celestica Company

Disusun Oleh:

TERESIA EVANA. S

NIM. 2220307032

**PROGRAM STUDI D-IV
TEKNOLOGI REKAYASA SISTEM ELEKTRONIKA
POLITEKNIK CALTEX RIAU
2026**

HALAMAN PENGESAHAN I

LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. PCI ELEKTRONIK INTERNASIONAL

IMPLEMENTASI *VISION SYSTEM* SEBAGAI
SISTEM INSPEKSI KELENGKAPAN *ACCESSORIES*
***PACKAGING* CT3600 DI PT PCI ELEKTRONIK**
INTERNASIONAL BATAM



Disusun Oleh :
TERESIA EVANA. S
NIM. 2220307032

Diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Mata Kuliah
Kerja Praktik di Politeknik Caltex Riau.
Batam, 27 Februari 2026

Disetujui oleh :

Pembimbing Instansi

Manager Human Resource

Depi Arizal
Badge No. 505702

Arif Rahman Hakim
Badge No. 502461

HALAMAN PENGESAHAN II

LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. PCI ELEKTRONIK INTERNASIONAL

IMPLEMENTASI *VISION SYSTEM* SEBAGAI
SISTEM INSPEKSI KELENGKAPAN *ACCESSORIES*
***PACKAGING CT3600* DI PT PCI ELEKTRONIK**
INTERNASIONAL BATAM



Disusun Oleh :

TERESIA EVANA.S

NIM. 2220307032

Diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Mata Kuliah
Kerja Praktik di Politeknik Caltex Riau.
Pekanbaru, 10 Maret 2026

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Dosen Reviewer

Retno Tri Wahyuni, S.T., M.T.

NIP. 068314

Heri Subagiyo, S.T., M.T.

NIP. 007508

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem
Elektronika

Yusmar Palapa Wijaya, S.Si., M.T.

NIP. 027608

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa untuk segala berkat dan perlindungan-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktik dengan judul *“Implementasi Vision System Sebagai Sistem Inspeksi Kelengkapan Accessories Packaging CT3600 Di PT PCI Elektronik Internasional Batam”*. Laporan ini diselesaikan berdasarkan hasil Kerja Praktik yang dilakukan di PT.PCI Elektronik Internasional.

Dalam melaksanakan Kerja Praktik ini, penulis mendapatkan bekal ilmu, keterampilan dan mengenal sistem kerja, manajemen kerja serta etika dalam dunia kerja. Penulis menyadari bahwa tersusunnya Laporan Kerja Praktik ini merupakan hasil dari bantuan, arahan, dan dukungan banyak pihak, baik yang diberikan secara langsung maupun tidak langsung. Adapun terselenggaranya Kerja Praktik dan selesainya laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mamak dan Bapak tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, untaian do'a dan dukungan, yang menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
2. Kakak dan Adik-adik tersayang yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta doa dalam setiap langkah perjuangan penulis.
3. Bapak Dr. Dadang Syarif Sihabudin Sahid, S.Si.,M.Sc. Selaku Direktur Politeknik Caltex Riau.
4. Bapak Yusmar Palapa Wijaya, S.Si., M.T. Selaku Kepala Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Politeknik Caltex Riau.

5. Ibu Elva Susianti, S.ST.,M.T. selaku Koordinator Kerja Praktik Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Politeknik Caltex Riau.
6. Ibu Retno Tri Wahyuni, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Politeknik Caltex Riau.
7. Bapak Heri Subagiyo, S.T.,M.T. selaku Wali Dosen Angkatan 22.
8. Seluruh dosen Politeknik Caltex Riau, khususnya dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika yang telah memberi dukungan, waktu serta bimbingan kepada penulis.
9. Bapak Dr. Ir. Arif Rahman Hakim ST.,MT.,IPM.,HRP.,CPHM selaku *HR Manager* yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan Kerja Praktik di PT. PCI Elektronik Internasional.
10. Bapak Maulud Hidayat, selaku *Manager Test Engineering* yang mengapresiasi dan memberi saran selama Kerja Praktik di PT. PCI Elektronik Internasional.
11. Bapak Depi Arizal selaku *Process Engineering* dan selaku Pembimbing Kerja Praktik di PT. PCI Elektronik Internasional yang telah memberikan banyak arahan, apresiasi, ilmu dan dukungan dalam proses belajar dan pengembangan diri penulis selama magang berlangsung.
12. Keluarga besar ELKA 22
13. Pak Musdi, Pak Edi, Pak Zoni, Kak Windi, Bang Trio, Bg Farhan, Bang Ajie, Bang Juki dan Chandra serta seluruh Teknisi yang sudah banyak membantu dan memberi ilmu serta motivasi kepada penulis selama Kerja Praktik.
14. Seluruh Pegawai khususnya *Team Process Engineering* PT. PCI Elektronik Internasional Batam yang telah menerima dan

memberikan ilmu baru yang bermanfaat selama menjalani kegiatan Kerja Praktik.

Serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Kerja Praktik ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Semoga dibalas Tuhan dengan kebaikan. Amin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Kerja Praktik ini masih jauh dari kata sempurna. Hal ini dikarenakan dari ilmu dan pengalaman penulis yang masih terbatas.

Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan sangat dibutuhkan untuk penyempurnaan Laporan Kerja Praktik ini.

Batam, 27 Februari 2026

Penulis,
Teresia Evana. S

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	i
HALAMAN PENGESAHAN II	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Kerja Praktik.....	2
1.2.1 Tujuan Umum.....	2
1.2.2 Tujuan Khusus	3
1.3 Manfaat	3
1.3.1 Manfaat bagi Mahasiswa.....	3
1.3.2 Manfaat bagi Politeknik Caltex Riau.....	3
1.3.3 Manfaat bagi PT. PCI Elektronik Internasional.....	4
1.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II PROFIL PERUSAHAAN	6
2.1 Sejarah PT. PCI Elektronik Internasional	6
2.2 Aktivitas Perusahaan	7
2.2.1 Desain Produk	7
2.2.2 <i>Supply Chain Management</i>	7
2.2.3 <i>Manufacturing</i>	8
2.2.4 <i>Testing & Certification</i>	8
2.3 Visi dan Misi	8
2.3.1 Visi	8
2.3.2 Misi	9
2.4 Peraturan Perusahaan.....	9
2.5 Struktur Organisasi <i>Engineering</i>	9
2.6 Bidang Pekerjaan.....	10
2.7 Bidang Usaha	11
2.8 Fasilitas	12
2.9 Lokasi Perusahaan.....	14
2.9.1 Lokasi Perusahaan Pusat	14
2.9.2 Lokasi Produksi	14
2.9.3 Lokasi <i>Design</i>	14
2.10 Logo Perusahaan	14

BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Auto Vision System	15
3.2 Pengenalan Arduino IDE	16
3.3 ESP 32.....	17
3.4 Limit Switch.....	20
3.5 USB Camera 0,3 MP	21
3.6 Komunikasi Data Serial	22
3.7 Bahasa Program <i>Python</i>	23
3.8 Library <i>OpenCV</i>	24
BAB IV PEMBAHASAN	25
4.1 Kegiatan Selama Kerja Praktik	25
4.2 Pengenalan Produk CT3600	26
4.3 Fungsi Produk CT3600.....	27
4.4 Pengenalan Proyek	28
4.6 Blok Diagram Sistem.....	30
4. 7 Flowchart Sistem.....	32
4.8 Tampilan Antarmuka (GUI) <i>Vision System</i>	35
4.9 Konfigurasi Koneksi <i>Vision System</i> dan ESP32.....	38
4.10 Implementasi Program.....	39
4.10.1 Program <i>Vision System</i>	39
4.10.2 Program ESP32	44
4.11 Hasil Evaluasi Implementasi Sistem	47
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gedung PT. PCI Elektronik Internasional Batam	6
Gambar 2. 2 Struktur Organisasi Engineering	10
Gambar 2.3 Production area Surface Mount Technology (SMT)	12
Gambar 2. 4 Line Production.....	13
Gambar 2. 5 In Circuit Testing (ICT)	13
Gambar 2. 6 Logo PT. PCI Elektronik Internasional	14
Gambar 3. 1 Logo Arduino IDE	16
Gambar 3. 2 Microcontroller board ESP 32.....	17
Gambar 3. 3 Pin Out ESP 32	18
Gambar 3. 4 Limit Switch	21
Gambar 3. 5 USB Camera 0,3 MP.....	22
Gambar 3. 6 Logo Python.....	23
Gambar 4. 1 Unit Model CT3600	26
Gambar 4. 2 <i>Use Case Diagram Vision System</i>	29
Gambar 4. 3 Blok Diagram Vision System	31
Gambar 4. 4 Flowchart Sistem Inspeksi	33
Gambar 4. 5 Tampilan Antarmuka (GUI) <i>Vision System</i>	35
Gambar 4. 6 Tampilan GUI Pemilihan Model CT3600	36
Gambar 4. 7 Contoh Tampilan GUI Missing Accessories.....	37
Gambar 4. 8 Konfigurasi Koneksi <i>Vision System</i> dan ESP32	38
Gambar 4. 9 Tampilan Hasil Inspeksi PASS	48
Gambar 4. 10 Hasil Inspeksi Unit CT3600 FAIL	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi ESP32	18
Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi Implementasi Sistem	50
Tabel 4. 2 Hasil <i>Running Station Packaging</i> CT3600.....	51

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerja Praktik merupakan salah satu program yang dilakukan oleh Politeknik Caltex Riau dalam mempersiapkan mahasiswanya agar dapat bersaing di dunia kerja. Selain itu, Kerja Praktik ini merupakan salah satu penunjang bagi para mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu terapan yang didapat di perkuliahan dan diterapkan di perusahaan-perusahaan tertentu yang menjadi tujuan tempat Kerja Praktik. Salah satu perusahaan tujuan tempat Kerja Praktik yang sesuai dengan Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika yaitu PT. PCI Elektronik Internasional, karena perusahaan ini merupakan sebuah perusahaan yang menjual jasa di bidang manufaktur elektronik.

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang jasa manufaktur di berbagai bidang seperti otomasi, telekomunikasi, hingga sektor medis, PT. PCI Elektronik Internasional memastikan setiap produk yang mereka produksi memiliki kualitas yang tinggi dengan harga yang kompetitif. Untuk memastikan kualitas produk yang mereka miliki, PT. PCI Elektronik Internasional memiliki beberapa *step* pengujian sebelum produk dirakit menjadi sebuah produk dan dikirim kepada *Customer*.

Kemajuan teknologi dalam industri manufaktur telah memberikan dampak signifikan terhadap proses produksi dan jaminan kualitas yang diberikan perusahaan. PT. PCI Elektronik Internasional, sebagai perusahaan penyedia jasa manufaktur yang bergerak di berbagai bidang seperti otomasi, telekomunikasi, dan sektor medis, menyadari pentingnya untuk menjaga standar kualitas yang tinggi sambil tetap menawarkan harga yang kompetitif. Untuk mencapai tujuan ini, perusahaan telah

mengimplementasikan serangkaian langkah pengujian yang ketat sebelum produk-produk dirakit menjadi produk akhir dan dikirimkan kepada pelanggan. Proses jaminan kualitas yang diterapkan oleh PT. PCI Elektronik Internasional tidak hanya mencerminkan komitmen mereka terhadap keunggulan produk, tetapi juga menunjukkan adaptasi mereka terhadap tuntutan pasar global yang semakin kompetitif dan berorientasi pada kualitas.

1.2 Tujuan Kerja Praktik

1.2.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum yang ingin dicapai dari Kerja Praktik ini adalah:

1. Memenuhi mata kuliah Kerja Praktik pada semester 7 Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika di Kampus Politeknik Caltex Riau.
2. Sebagai tempat untuk mengimplementasikan ilmu yang telah di peroleh pada saat perkuliahan secara nyata di perusahaan.
3. Mengenal sistem dan manajemen kerja dari perusahaan atau industri.
4. Menambah dan memperdalam pengetahuan dan wawasan mahasiswa karena berhubungan langsung dengan kondisi fisik di perusahaan atau industri.
5. tercipta dan terjalinnya kerja sama yang baik antara perguruan tinggi dan perusahaan.

1.2.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai dari Kerja Praktik ini adalah:

1. Mengenal ruang lingkup perusahaan manufaktur dan *Engineer*.
2. Mengenal sistem dan manajemen kerja dari PT. PCI Elektronik Internasional.
3. Membuat improvisasi terhadap proses produktivitas dalam PT. PCI Elektronik Internasional.

1.3 Manfaat

1.3.1 Manfaat bagi Mahasiswa

1. Menyelesaikan salah satu syarat perkuliahan dengan melaksanakan Kerja Praktik.
2. Menerapkan konsep teori secara langsung di lapangan (dunia kerja) yang didapatkan di perkuliahan.
3. Memperoleh kesempatan, melatih kedisiplinan, meningkatkan keterampilan, dan mengasah komunikasi dengan baik sehingga mendapatkan bekal dalam memasuki dunia kerja.

1.3.2 Manfaat bagi Politeknik Caltex Riau

1. tercipta dan terjalannya kerja sama yang baik antara kampus Politeknik Caltex Riau dengan PT. PCI Elektronika Internasional.
2. Sebagai bahan penilaian dan evaluasi untuk meningkatkan mutu Pendidikan di kampus Politeknik Caltex Riau.

1.3.3 Manfaat bagi PT. PCI Elektronik Internasional

1. Menjalin hubungan yang baik dengan kampus Politeknik Caltex Riau.
2. Melakukan pertukaran informasi di bidang teknologi antara dunia industri dengan perguruan tinggi.
3. Memperkenalkan bidang usaha perusahaan kepada perguruan tinggi sehingga di kemudian hari dapat menjalin kerja sama.
4. Membantu dan mendukung aktivitas kerja perusahaan.

1.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan kegiatan Kerja Praktik yang telah dilakukan penulis dilaksanakan pada:

Tanggal	: 01 Oktober 2025 – 28 Februari 2026
Tempat	: PT. PCI Elektronik Internasional
Waktu Kerja	: Senin – Jumat 08.00 WIB – 17.00 WIB
Alamat	: Panbil Industrial Estate Factory C, Lot 02-03, Jl. Ahmad Yani, Mukakuning, Batam 29433

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk memudahkan pembaca untuk memahami kandungan suatu karya ilmiah. Adapun sistematika penulisan pada Laporan Kerja Praktik ini adalah sebagai berikut:

1. Bagian Awal

Bagian awal memuat: Halaman Judul, Lembar Pengesahan I, Lembar Pengesahan II, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Gambar, dan Daftar Tabel.

2. Bagian Isi

- a. Bab I: Pendahuluan, berisi penjelasan umum mengenai latar belakang, waktu dan tempat pelaksanaan, tujuan, manfaat Kerja Praktik di PT. PCI Elektronik Internasional, dan sistematika penulisan.
- b. Bab II: Gambaran umum PT. PCI Elektronik Internasional yang meliputi sejarah perkembangan, aktivitas perusahaan, visi misi, peraturan perusahaan, struktur organisasi, bidang pekerjaan, fasilitas, lokasi perusahaan, dan logo perusahaan PT. PCI Elektronik Internasional.
- c. Bab III: Landasan Teori, membahas landasan teori yang diperlukan untuk mendukung proyek Kerja Praktik.
- d. Bab IV: Pembahasan, berisi pembahasan tentang kegiatan Kerja Praktik.
- e. Bab V: Penutup, berisi tentang kesimpulan dari Kerja Praktik yang dilakukan dan saran untuk pengembangan proyek bagi PT. PCI Elektronik Internasional.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir memuat: Daftar Pustaka dan Lampiran.

BAB II PROFIL PERUSAHAAN

2.1 Sejarah PT. PCI Elektronik Internasional

PT. PCI Elektronik Internasional yang berada di Batam merupakan bagian dari *Celestica Company*. PT. PCI Elektronik Internasional merupakan *Electronic Manufacturing Services* (EMS) perusahaan terkemuka yang berkantor pusat di Toronto, Canada. PT. PCI Elektronik Internasional baru bergabung dengan *Celestica* semenjak tahun 2021. PT. PCI Elektronik Internasional memiliki 30 tahun pengalaman manufaktur di Batam.



Gambar 2. 1 Gedung PT. PCI Elektronik Internasional Batam

PT. PCI Elektronik Internasional melayani pelanggan OEM global (*Original Equipment Manufacturer*), menawarkan jasa desain manufaktur elektronik. PT. PCI Elektronik Internasional mulai sebagai produsen papan sirkuit cetak di jantung Silicon Valley, San Jose pada tahun 1972. Sebagai permintaan untuk teknologi tinggi meledak, perusahaan menambahkan manufaktur LCD dan elektronik kontrak untuk berbagai layanan perusahaan.

Pada tahun 1994, PT. PCI Elektronik Internasional tercatat di Bursa Efek Singapura. 8 Pada tahun 2000. Selain itu, pada tahun

2000 PT. PCI Elektronik Internasional mendirikan pabrik di Shanghai karena meramalkan China sebagai pabrik dunia. (*Electronics Design & Manufacturing Company*, n.d.).

2.2 Aktivitas Perusahaan

Beberapa aktifitas yang dilakukan PT. PCI Elektronik Internasional untuk membawa produk *customer* ke pasar global dengan kecepatan, kualitas, dan fleksibilitas yang optimal antara lain sebagai berikut:

2.2.1 Desain Produk

PT. PCI Elektronik Internasional memberikan servis dalam desain produk untuk mengubah ide-ide *customer* menjadi desain yang bisa diwujudkan dan terukur. Dalam desain produk PT. PCI Elektronik Internasional menawarkan jasa meliputi:

- *Advanced engineering*
- *Elektronic*
- *Firmware*
- *Mechanical*
- *Test Development*

2.2.2 Supply Chain Management

PT. PCI Elektronik Internasional membangun kerja sama yang kuat dengan *supplier* diseluruh dunia untuk meningkatkan *supply chain management* dan memenuhi kebutuhan permintaan *customer*.

2.2.3 Manufacturing

PT. PCI Elektronik Internasional memanfaatkan teknologi manufaktur otomatisasi dan menggunakan teknik manufaktur yang inovatif untuk memenuhi permintaan *customer*. Dengan demikian PT. PCI Elektronik Internasional menawarkan solusi yang lengkap dalam pengenalan produk baru atau NPI (*New Product Introduction*), perakitan dalam volume rendah, volume tinggi, hingga variabilitas yang tinggi. Untuk mengoptimalkan proses-proses tersebut, PT. PCI Elektronik Internasional mengintegrasikan metode *Kaizen* dan *Lean Six Sigma* dalam kegiatan manufaktur.

2.2.4 Testing & Certification

Untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan maka perlu dilakukan proses *testing* dan sertifikasi. Dengan demikian setiap produk memiliki keandalan, kualitas, dan standar fungsionalitas yang sesuai kebutuhan. PT. PCI Elektronik Internasional menggunakan beberapa *tools* diantaranya *FAILure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *traceability system*, *Production Part Approval Process* (PPAP) dan *Ongoing Reliability Test* (ORT). Dalam hal memenuhi standar industri, PT. PCI Elektronik Internasional terus-menerus memperbaharui sertifikasi untuk memastikan kepatuhan pada regulasi industri.

2.3 Visi dan Misi

2.3.1 Visi

Menjadikan perusahaan terkemuka di seluruh dunia.

2.3.2 Misi

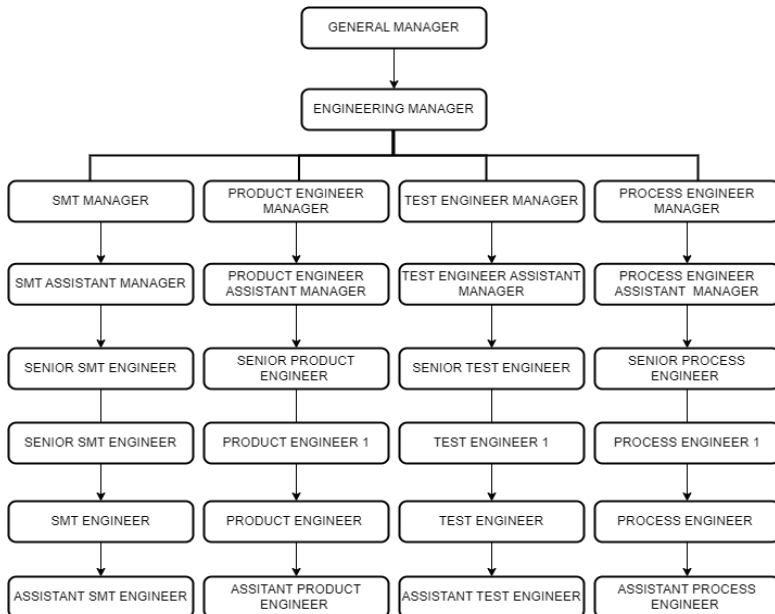
1. PT. PCI Elektronik Internasional bertujuan untuk menjadi teknologi tinggi global yang perusahaan jasa manufaktur elektronik terkemuka.
2. PT. PCI Elektronik Internasional memberikan kualitas tinggi, nilai tinggi dan solusi rantai pasokan tepat waktu dengan biaya yang kompetitif.
3. Strategi PT. PCI Elektronik Internasional adalah untuk memperluas kompetensi inti melalui aliansi dengan jaringan mitra teknologi dan pemasok untuk menciptakan solusi yang optimal bagi pelanggan.

2.4 Peraturan Perusahaan

Selama di kawasan PT. PCI Elektronik Internasional wajib menggunakan masker dan apabila memasuki production line wajib menggunakan Antistatic ESD (*Electrostatic Discharge*) Garment dan Antistatic Slipper. Seluruh peraturan yang berlaku pada karyawan di PT. PCI Elektronik Internasional wajib ditaati oleh penulis selama Kerja Praktik berlangsung.

2.5 Struktur Organisasi *Engineering*

Struktur Organisasi adalah suatu susunan dan hubungan antara tiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi atau perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan yang di harapkan. Struktur organisasi bertujuan untuk menciptakan efisiensi dan efektivitas dari tiap karyawan. Produk kerja melalui program kerja dan kegiatan.



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi *Engineering*

2.6 Bidang Pekerjaan

1. *Product Engineer*

Product Engineer bertanggung jawab dalam seluruh prosedur serta pembuatan produksi yang digunakan. Pada *production* juga terdapat banyak proses seperti SMT proses dan *back end* proses. Pada dasarnya seluruh pengerjaan dalam menciptakan suatu produk itu disebut dalam bagian *production*.

2. *Process Engineer*

Process Engineer bertanggung jawab terhadap pengembangan, instalasi dan monitoring perangkat serta proses yang mengubah material mentah menjadi produk

akhir sehingga pekerjaan menjadi sangat beragam dan menarik.

3. *Test Engineer*

Test Engineer bertugas untuk memeriksa bahan, prosedur, dan sistem mekanis atau elektrik secara menyeluruh untuk memastikan bahwa pelanggan mendapatkan produk fungsional yang berkualitas tinggi.

4. *Quality Control*

Tugas umum dari seorang QC adalah menguji produk baik sebelum, selama, atau pun selesai proses produksi barang. Pengujiannya bisa dilakukan secara manual atau bahkan bisa menggunakan bantuan alat-alat teknologi.

2.7 Bidang Usaha

PT. PCI Elektronik Internasional bergerak pada bidang *manufacturing* yaitu perakitan PCBA dari awal sampai barang jadi, dalam menjalankan proses produksi PT. PCI Elektronik Internasional membagi produk produksinya menjadi 3, yaitu:

1. SMT (*Surface Mount Technology*) produksi merupakan awal dari proses pembuatan produksi PCBA yang akan dirakit.
2. MI (*Manual Insert*) produksi merupakan proses penyolderan komponen-komponen ke PCBA secara manual yang akan di rakit untuk menjadi barang jadi.
3. BE (*Back End*) produksi merupakan proses akhir yang membuat PCBA menjadi barang jadi sesuai dengan *customernya* masing-masing.

2.8 Fasilitas

1. *Surface Mount Technology (SMT)*

Surface Mount Technology (SMT), merupakan teknologi terkini yang digunakan untuk memasang komponen elektronika ke permukaan PCB. Komponen elektronika yang dapat dipasang oleh mesin-mesin SMT adalah komponen khusus yang biasanya disebut dengan komponen *Surface Mount Device (SMD)*.



Gambar 2. 3 *Production area Surface Mount Technology (SMT)*

Gambar 2. 3 merupakan tampilan aktual dari mesin SMT di PT. PCI Elektronik. Mesin SMT ini berada pada *production area* dan setiap mesin SMT ada penanggung jawab nya sekitar 2-3 orang. Mesin SMT yang ada di PT. PCI Elektronik berjumlah 8 *pcs* yang masing-masing mesin disebar dalam *line* produksi.

2. *Line Production*

Line production ialah sekelompok produk yang berhubungan yang diproduksi oleh perusahaan. Perusahaan dapat memiliki lebih dari satu lini produk dan tiap produk dalam satu lini tersebut dapat dijual secara terpisah.

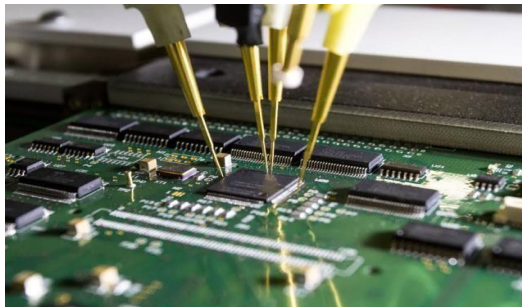


Gambar 2. 4 *Line Production*

Gambar 2. 4 di atas merupakan gambaran dari *line production* di PT. PCI Elektronik Internasional. Pada area produksi ini mulai dari proses PCB kosong hingga menjadi sebuah alat yang fungsional dilakukan di area produksi.

3. *In Circuit Testing (ICT)*

In circuit testing (ICT) digunakan untuk menguji pengerjaan perakitan PCB, yaitu pengujian *white box*. *In circuit testing (ICT)* menggunakan probe elektrik untuk memeriksa PCB yang terpasang komponen apakah ada hubungan pendek (*short*), terbuka (tidak tersambung), dan nilai resistansi, kapasitansi, dan kualitas dasar lainnya.



Gambar 2. 5 *In Circuit Testing (ICT)*

2.9 Lokasi Perusahaan

2.9.1 Lokasi Perusahaan Pusat

35 Pioneer Road North Singapore 628475; Telepon: (+65) 62658181.

2.9.2 Lokasi Produksi

Panbil Industrial Estate C01 Lot 02-03, 03A, 03B, Jalan Ahmad Yani, Muka Kuning, Batam, Indonesia 29433. Telepon: (0778) 371800, Website: <https://www.PCIEI Ltd.com/>

2.9.3 Lokasi *Design*

1. PT. PCI Elektronik Internasional Cab. Bandung
Menara BRI, 7th floor, Suite 705, Jl. Asia Afrika No. 5759, Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40111.
2. Technology Enabler Designer, Phils, Inc
Product 14-D, 14th Floor Rufino Pacific Plaza, 6784 Ayala Avenue Corner VA Rufino Street, Legaspi Village Makati City, Philippines 1226.

2.10 Logo Perusahaan



Gambar 2. 6 Logo PT. PCI Elektronik Internasional

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Auto Vision System

Auto Vision System adalah salah satu bagian dari sistem otomasi yang menggunakan kamera dan pemrosesan citra digital untuk mendeteksi, mengenali, memeriksa dan mengklasifikasikan objek secara real time tanpa intervensi manusia. Sistem ini terdiri dari kamera, sumber pencahayaan, pengolahan gambar, dan aktuator untuk memberikan respon. *Auto Vision System* dipakai untuk pemeriksaan kualitas produk, pendeteksian cacat, penghitungan jumlah komponen dan membaca kode (*Barcode*). Sistem ini menjadi bagian penting dalam *quality control* karena mampu bekerja lebih cepat, konsisten, dan akurat dibandingkan inspeksi manual.

Adapun cara kerja *Auto Vision System* secara umum yaitu:

1. Deteksi posisi produk (*Triggering*)

Dimulai dari produk bergerak ke area inspeksi dan menekan limit switch atau sensor posisi. Sinyal dari sensor menjadi trigger yang memerintahkan komputer atau kamera untuk menangkap gambar pada waktu yang tepat.

2. Pengambilan Gambar (*Image Acquisition*)

Kamera menangkap citra produk dengan bantuan pencahayaan yang sudah diatur. Sistem memastikan hasil tangkapan jelas dan bebas gangguan.

3. Pemrosesan Awal (*Pre-processing*)

Gambar yang telah diperoleh kamera akan dikonversi ke format *grayscale* atau *binary*. Filter digunakan untuk mengurangi gangguan dan meningkatkan kontras sehingga fitur penting mudah dianalisis.

3.2 Pengenalan Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke papan *Microcontroller* Arduino. Arduino IDE digunakan untuk merancang program melalui Arduino, dengan bahasa lain Arduino IDE menjadi sebuah media untuk melakukan program board Arduino. Arduino IDE mendukung bahasa pemrograman C/C++ yang telah disederhanakan dan dilengkapi berbagai pustaka (*library*) untuk memudahkan pengguna dalam mengakses dan mengendalikan berbagai komponen elektronik.



Gambar 3. 1 Logo Arduino IDE

Program yang dibuat menggunakan Arduino IDE disebut *sketch*, dan disimpan dengan ekstensi file *.ino*. Proses penulisan *sketch* ini sangat sederhana, karena editor teks dalam IDE mendukung pengeditan kode secara intuitif. Setelah *sketch* ditulis, pengguna dapat memverifikasi kode untuk memeriksa kesalahan atau langsung mengunggahnya ke perangkat keras Arduino untuk dijalankan. Setelah program diunggah, pengguna juga dapat menggunakan fitur *Serial Monitor* untuk berinteraksi dengan papan Arduino, seperti melihat data yang dikirim oleh sensor atau mengirimkan perintah ke perangkat.

3.3 ESP 32

ESP32 merupakan modul mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem embedded dan Internet of Things (IoT). Modul ini memiliki berbagai pin input/output digital yang dapat digunakan untuk membaca sensor maupun mengontrol perangkat lain. Selain itu, ESP32 juga dilengkapi dengan beberapa pin analog, kemampuan PWM, serta fitur komunikasi seperti Wi-Fi dan Bluetooth yang sudah terintegrasi di dalam modul

ESP32 biasanya bekerja dengan frekuensi hingga 240 MHz dan dapat diprogram menggunakan berbagai platform seperti Arduino IDE maupun Visual Studio Code. Modul ini juga dapat dihubungkan ke komputer melalui port USB untuk proses pemrograman maupun komunikasi data.



Gambar 3. 2 *Microcontroller board ESP 32*

Mikrokontroler sendiri merupakan sebuah chip komputer kecil yang berfungsi sebagai pusat kendali dalam suatu sistem elektronik. Komponen ini bertugas untuk membaca input dari sensor atau perangkat lain, memproses data sesuai program yang

Categories	Items	Specifications
Certification	RF certification	FCC/CE/IC/TELEC/SRRC/NCC
	Wi-Fi certification	Wi-Fi Alliance
	Bluetooth certification	BQB
	Green certification	RoHS/REACH
Wi-Fi	Protocols	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps)

		A-MPDU and A-MSDU aggregation and 0.4 μ s guard interval support
	Frequency range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	Protocols	Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification
	Radio	NZIF receiver with -97 dBm sensitivity
		Class-1, class-2 and class-3 transmitter
		AFH
	Audio	CVSD and SBC
Hardware	Modul interface	SDcard, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR
		GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC
	On-chip sensor	Hall sensor, temperature sensor
	On-board clock	40 MHz crystal
	Operating voltage/Power supply	2.7 ~ 3.6V
	Operating current	Average: 80mA
	Minimum current delivered by power supply	500 mA
	Operating temperature range	-40°C ~ +85°C
	Ambient temperature range	Normal temperature
	Package size	18 $\pm$ 0.2mm x 25.5 $\pm$ 0.2mm x 3.1 $\pm$ 0.15mm

Software	Wi-Fi mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P
	Wi-Fi security	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
	Encryption	AES/RSA/ECC/SHA
	Firmware upgrade	UARTDownload/OTA(downloadandwritefirmware)
	Software development	SupportsCloudServerDevelopment /SDKforcustomfirmwaredevelopment
	Network protocols	IPv4, IPv6,SSL,TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT
	User configuration	ATinstructionset,cloudserver,Android/iOSApp

3.4 Limit Switch

Dikenal juga sebagai saklar batas yang digunakan untuk membatasi pergerakan atau jarak suatu objek. Limit switch bekerja dengan cara mendeteksi suatu objek atau bagian dari mesin yang bergerak dan memberikan sinyal pada sistem kontrol atau *actuator* untuk menghentikan atau membalikkan pergerakan objek tersebut. Limit switch umum digunakan di industri, seperti mesin CNC, *konveyor*, *robotic* dan mesin pemeriksaan (*Inspection*).



Gambar 3. 4 Limit Switch

Komponen ini bekerja berdasarkan prinsip saklar dengan terminal *Common* (COM), *Normally Open* (NO), dan *Normally Close* (NC). Cara kerjanya, saat objek mencapai titik batas, tuas pada limit switch tertekan sehingga kontak listrik berubah dari yang semula NC menjadi NO dan sebaliknya, jika semula NO maka akan menjadi NC. Limit switch juga akan mengirimkan sinyal ke sistem kontrol untuk menghentikan, membalikkan, atau mengatur pergerakan. Saat objek bergerak kembali, kontak kembali ke posisi awal.

Biasanya limit switch dipasang pada titik-titik yang kritis atau pada akhir perjalanan suatu mesin untuk memastikan bahwa mesin tidak melampaui batas atau posisi yang ditentukan untuk mencegah kerusakan.

3.5 USB Camera 0,3 MP

USB Camera 0.3 MP (VGA) adalah kamera digital sederhana yang terhubung melalui port USB. Kamera ini memiliki resolusi 0.3 Megapixel (640x480 piksel) sehingga kualitas gambarnya tergolong cocok untuk melakukan inspeksi objek. Kamera ini bersifat *plug and play*, yang mana bisa digunakan tanpa instalasi rumit. Karena menggunakan koneksi USB, kamera ini kompatibel

dengan berbagai perangkat (PC, laptop, mini komputer seperti Raspberry Pi).



Gambar 3. 5 USB Camera 0,3 MP

3.6 Komunikasi Data Serial

Komunikasi data serial merupakan metode pengiriman data yang dilakukan secara berurutan melalui satu jalur komunikasi. Salah satu bentuk komunikasi serial sering digunakan pada sistem berbasis mikrokontroler dan komputer adalah komunikasi serial melalui USB (*Universal Serial Bus*). USB merupakan standar komunikasi yang paling banyak diterapkan karena mendukung kecepatan transfer data yang cukup tinggi, mudah digunakan, serta kompatibel dengan berbagai perangkat.

Pada sistem otomasi dan inspeksi berbasis komputer, komunikasi serial USB sering dimanfaatkan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan komputer sebagai media pertukaran data dan sinyal kontrol. Mikrokontroler berperan sebagai pembaca input dari perangkat eksternal, seperti sensor atau limit switch, kemudian mengirimkan data tersebut ke komputer untuk diproses lebih lanjut oleh perangkat lunak.

Penggunaan komunikasi ini dipilih karena penggunaannya mudah diterapkan dan ketersediaan antarmuka USB banyak ditemukan. Banyak juga mikrokontroler yang telah dilengkapi dengan port USB termasuk ESP32 bahkan komputer yang

digunakan dalam industrial, sehingga tidak perlu menggunakan perangkat tambahan lainnya. Selain itu, kecepatan transfer data USB sudah mencukupi untuk pengiriman data sensor secara *real-time*, sehingga sistem dapat bekerja dengan respons yang cepat.

3.7 Bahasa Program *Python*

Python adalah bahasa pemrograman komputer yang biasa dipakai dalam pengembangan situs dan perangkat lunak untuk mengotomatisasikan tugas, visualisasi data dan analisis data. Karena sifatnya yang relatif mudah dipelajari, bahasa pemrograman ini digunakan secara luas oleh non-programer. *Python* sering juga digunakan untuk mengembangkan *back-end* sebuah situs atau aplikasi (bagian yang tidak dilihat oleh pengguna).



Gambar 3. 6 Logo *Python*

Perannya dalam pengembangan web termasuk pengiriman data dari dan ke server, memproses data dan berkomunikasi dengan server, perutean URL (*Uniform resource locator*) serta memastikan keamanan situs. Selain itu, ia juga menawarkan beberapa framework untuk pengembangan web seperti Flask dan Django.

3.8 Library *OpenCV*

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) merupakan pustaka perangkat lunak open-source yang menyediakan beragam algoritma untuk pemrosesan citra dan komputer penglihatan. Dikembangkan pertama kali oleh Intel pada tahun 1999, *OpenCV* telah menjadi salah satu perangkat lunak terkemuka dalam industri pemrosesan citra dan *computer vision*, mulai dari level dasar hingga lanjutan.

OpenCV memiliki kemampuan operasi dasar seperti membaca dan menampilkan gambar, konversi warna seperti RGB, rotasi, pengubahan skala serta operasi lanjutan seperti deteksi tepi, segmentasi dan rekonstruksi 3D. Sementara untuk *computer vision* *OpenCV* juga mencakup untuk tugas-tugas komputer penglihatan seperti deteksi objek, pelacakan objek, pengenalan pola dan kalibrasi kamera. Hal ini menjadi pilihan kuat dalam pengerjaan proyek dalam berbagai bidang termasuk industri yang memerlukan analisis visual.

OpenCV bersifat lintas platform dan mendukung berbagai Bahasa pemrograman termasuk *Python*, sehingga penggunaannya mudah diintegrasikan dengan sistem lain yang menjadikan *OpenCV* menjadi salah satu pustaka yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem komputer vision baik di bidang akademik maupun industri.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Kegiatan Selama Kerja Praktik

Selama menjalankan masa kerja praktik di PT.PCI Elektronik Internasional Batam, penulis ditempatkan pada departemen proses. Didepartemen ini, penulis terlibat langsung dalam berbagai kegiatan di line produksi, seperti melakukan evaluasi proses, *maintenance* ringan, serta menangani *troubleshooting* yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Kegiatan tersebut bertujuan untuk menjaga kestabilan proses dan memastikan produksi berjalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan.

Selain itu, penulis juga melakukan pencatatan dan pengolahan data jalannya produksi, salah satunya adalah *yield* yang diinput secara rutin setiap minggu sekali untuk memantau *input* dan *output* serta jumlah unit yang *reject*. Tak hanya itu, selama pelaksanaan magang penulis juga melakukan verifikasi visual terhadap unit *reject* sebelum unit tersebut diverifikasi oleh department test. Kegiatan ini dilakukan untuk setiap unit *reject* agar sesuai dengan alur penanganan unit dan ini menjadi salah satu contoh pentingnya ketelitian dalam menjaga kualitas hasil produksi.

Selama magang, penulis juga melakukan pengambilan *cycle time* pada setiap *station* untuk masing-masing model produk. Pengambilan *cycle time* dilakukan untuk mengetahui waktu proses serta perhitungan *output* produksi per jam. Dari hasil *cycle time* tersebut, dilakukan perbandingan dan analisis terhadap target *output* yang telah ditetapkan. Berdasarkan analisis tersebut, penulis melakukan improvisasi pada beberapa *station* untuk mempersingkat waktu proses tanpa mengubah sistem maupun

tujuan kerja awal *station*. Pengalaman inilah yang kemudian menjadi dasar dan latar belakang penulis dalam merancang proyek yang akan dikerjakan selama proses Kerja Praktik.

4.2 Pengenalan Produk CT3600

Berdasarkan kegiatan dan evaluasi yang dilakukan selama Kerja Praktik, penulis melihat adanya kebutuhan improvisasi pada tahap inspeksi, khususnya pada proses pengecekan kelengkapan *accessories packaging* yang masih mengandalkan ketelitian manual yang salah satunya pada model CT3600.

CT3600 adalah salah satu perangkat pelacakan dan pemantauan suhu yang dirancang khusus untuk kontainer pendingin (*reefer*). Terpasang diunit pengendali *reefer*, perangkat ini terhubung langsung ke sensor internal untuk pembacaan suhu yang lebih akurat dibandingkan sistem berbasis bluetooth, serta mendukung fungsi kontrol jarak jauh.

Dilengkapi dengan pemberitahuan real-time untuk kondisi abnormal, CT-3600 beroperasi secara andal baik secara domestik maupun internasional, dengan akses penuh melalui platform web dan aplikasi seluler.



Gambar 4. 1 Unit Model CT3600

4.3 Fungsi Produk CT3600

CT3600 memiliki beberapa fungsi utama yang menjadi dasar operasionalnya. Fungsi-fungsi tersebut akan dijelaskan secara berurutan sebagai berikut:

1. Pelacakan Lokasi Kontainer Pendingin

Alat ini berfungsi untuk mendukung pelacakan semi real-time kontainer pendingin, baik secara domestik maupun internasional, meningkatkan visibilitas dan efisiensi operasional

2. Pembacaan Suhu Langsung dari Pengontrol

Selain untuk mendukung pelacakan, alat ini juga berfungsi untuk mengukur suhu langsung dari sensor didalam pengontrol kontainer pendingin, meningkatkan akurasi dan mengurangi kompleksitas instalasi.

3. Akses dan Kontrol Jarak Jauh

Fungsi selanjutnya adalah untuk memungkinkan fungsi jarak jauh melalui *platform web*, termasuk inspeksi pra-perjalanan, penyesuaian titik set, dan pencairan es, membantu mengurangi beban kerja di lokasi dan waktu layanan.

4. Peringatan Kondisi Abnormal

Alat ini juga berfungsi sebagai pemberitahuan instan saat kondisi abnormal terjadi selama pengiriman, memungkinkan intervensi tepat waktu dan mitigasi risiko.

5. Dukungan Aplikasi Web dan *Mobile*

Fungsi terakhir antara lain untuk akses data lokasi real-time, peringatan, dan pembaruan status melalui platform web dan aplikasi *mobile* atau tablet.

4.4 Pengenalan Proyek

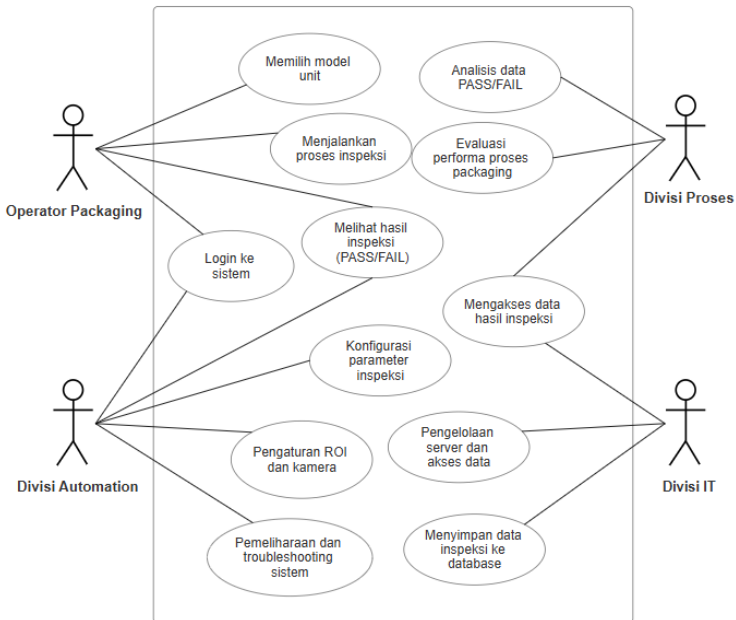
Pengerjaan proyek selama kerja praktik dilakukan pada salah satu station yaitu *packaging*, dimana unit CT3600 akan dikemas bersama beberapa *accessories* pendukung yang membantu kinerja produk sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Kelengkapan *accessories* pada tahapan *packaging* ini sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap kualitas produk yang akan didistribusikan kepada *customer*.

Pada kondisi sebelumnya, proses inspeksi kelengkapan *accessories* pada *packaging* CT3600 masih dilakukan secara manual oleh operator. Pemeriksaan manual ini mengandalkan pengamatan visual dan ketelitian operator untuk memastikan bahwa seluruh *accessories* telah lengkap. Namun, metode ini memiliki keterbatasan, seperti tingkat konsistensi yang bergantung pada kondisi operator, kelelahan saat proses *packaging* berlangsung terus-menerus, serta terjadinya *human error*. Hal-hal tersebut perlu dihindari agar tidak menciptakan masalah seperti produk dengan *accessories* yang tidak lengkap lolos ke tahap berikutnya (*escapee*), yang berisiko menimbulkan keluhan pelanggan dan pengembalian produk.

Seiring dengan meningkatnya tuntutan efisiensi dan kualitas produksi, proses inspeksi manual dinilai kurang optimal karena bergantung pada kinerja dan ketelitian operator. Kondisi ini mendorong permintaan yang memerlukan suatu sistem inspeksi yang mampu bekerja secara lebih konsisten dan efektif. Oleh karena itu, pada proyek Kerja Praktik ini dilakukan implementasi *vision system* sebagai sistem inspeksi kelengkapan *accessories* pada proses *packaging* CT3600 dengan tujuan memastikan bahwa setiap unit telah dikemas secara lengkap sebelum produk dilanjutkan ketahap selanjutnya.

4.5 Use Case Diagram Vision System

Penggunaan *Vision System* sebagai sistem inspeksi tidak hanya oleh operator saja. Dapat dilihat dari gambar 4.2, yang menggambarkan interaksi antar sistem dengan 4 *actor* atau dikenal dalam industri sebagai *user role* yang terdiri dari Operator *packaging*, Divisi Automation, Divisi Proses dan Divisi IT. Masing-masing *user role* memiliki peran yang berbeda sesuai dengan tanggungjawabnya dalam mendukung proses inspeksi *packaging*.



Gambar 4. 2 Use Case Diagram Vision System

Peran operator yaitu sebagai pengguna langsung sistem pada area produksi. Operator melakukan *login* ke sistem, memilih model unit yang akan diproses serta menjalankan proses inspeksi

sekaligus melihat hasil inspeksi agar dapat memastikan bahwa proses *packaging* berjalan sesuai standar yang ditetapkan.

Penulis memulai proyek dengan menentukan aspek teknis dan keandalan sistem dengan dukungan oleh Divisi Automation yang bertanggung jawab terhadap sistem kontrol. Pada *use case diagram*, divisi ini melakukan konfigurasi parameter inspeksi, termasuk pengatur ROI (*Region Of Interest*) dan kamera agar area inspeksi sesuai dengan referensi yang telah ditetapkan setiap modelnya. Selain itu, divisi ini juga menangani pemeliharaan dan *troubleshooting* sistem apabila terjadi gangguan selama operasional.

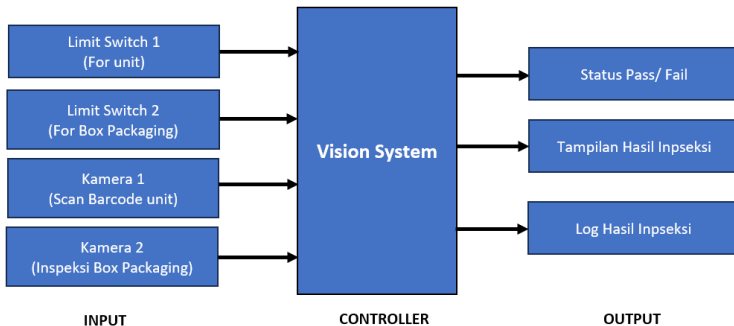
Selanjutnya penulis di Divisi Proses, berperan juga untuk mengambil data hasil inspeksi sebagai bahan evaluasi. Divisi ini melakukan analisis data untuk hasil PASS/FAIL dan evaluasi performa proses *packaging* dan mengakses data hasil inspeksi yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan terkait kualitas dan efisiensi proses *packaging*.

User role yang terakhir adalah Divisi IT, yang berfokus pada pengelolaan data untuk sistem perusahaan. Divisi ini akan menyimpan data inspeksi ke database, melakukan pengelolaan server serta mengatur akses data agar informasi hasil inspeksi dapat terintegrasi dengan sistem internal Perusahaan termasuk siapa saja yang memiliki wewenang untuk dapat mengakses informasi tersebut.

4.6 Blok Diagram Sistem

Untuk blok diagram sistem proyek ini dilihat pada gambar 4.3 dapat dilihat untuk diagram sistem untuk bagian yang berperan sebagai masukan (*input*), pengendali (*controller*) dan keluaran atau hasil (*output*) dalam proses pemeriksaan kelengkapan

accessories packaging CT3600. Sistem ini menerima input berupa sinyal dari limit switch dan citra dari kamera, kemudian memproses data tersebut menggunakan *vision sytem* untuk menghasilkan output berupa hasil inspeksi .



Gambar 4. 3 Blok Diagram *Vision System*

Proses dimulai ketika unit CT360 diletakkan pada jig unit. Pada saat jig didorong hingga mengenai limit switch pertama yang terpasang tepat diujung lintasan jig, limit swich tersebut akan aktif dan mengirimkan sinyal pemicu (*trigger*) yang menandakan bahwa unit siap untuk proses *scan QR Code*. Sinyal dari limit switch dibaca oleh ESP32 dan dikirimkan ke *vision system* yang akan mengaktifkan kamera pertama untuk memindai *QR Code* unit sebagai proses identifikasi unit.

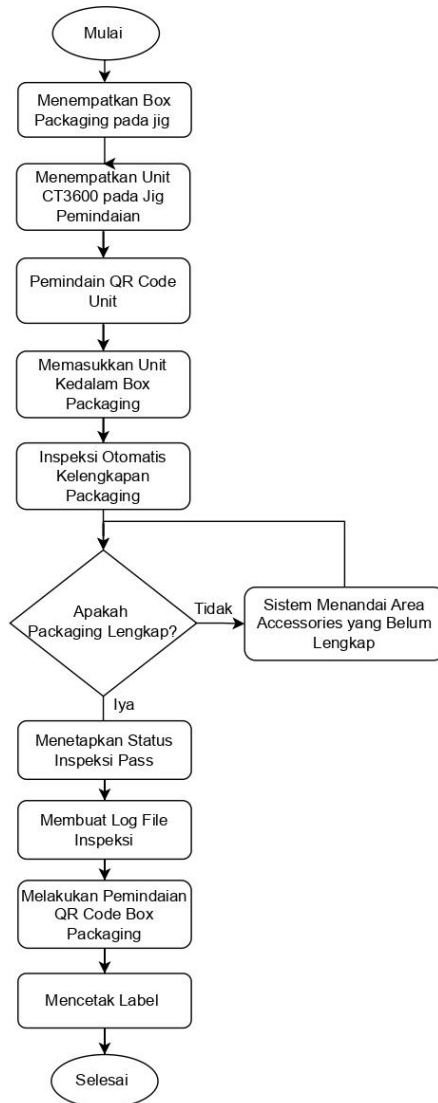
Setelah proses pemindaian *QR Code* selesai , unit CT3600 dimasukkan kedalam *box packaging* yang telah diletakkan pada jig kedua bersama dengan *accessories* yang telah ditetapkan . Jig kemudian digeser kearah samping kiri hingga mengenai limit switch kedua. Limit switch kedua aktif dan menjadi sinyal pemicu yang akan diterima oleh ESP32.

Sinyal yang diterima ESP32 akan diteruskan ke *vision system* untuk mengaktifkan kamera kedua untuk menangkap citra

keseluruhan isi *box packaging*. Citra atau gambar yang dihasilkan kemudian diproses oleh sistem untuk menginspeksi keberadaan unit CT3600 dan kelengkapan *accessories* didalam *box* berdasarkan data citra referensi *packaging* lengkap yang telah dilatih (*training*) sebelumnya. Hasil pengolahan citra yang ditangkap oleh kamera kedua akan ditampilkan pada monitor sebagai tampilan hasil inspeksi.

4. 7 Flowchart Sistem

Alur kerja sistem inspeksi kelengkapan *accessories packaging* CT3600 telah digambarkan pada gambar 4. 4 dalam bentuk *flowchart* yang menyajikan tahapan proses secara berurutan, dimulai dari kondisi “mulai” hingga “selesai”. *Flowchart* tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk menjelaskan urutan kerja sistem pada setiap tahap proses inspeksi.



Gambar 4. 4 *Flowchart* Sistem Inspeksi

Proses dimulai dengan menempatkan *box packaging* yang kosong pada jig inspeksi. Selanjutnya unit CT3600 ditempatkan pada jig pemindai unit dan didorong hingga mencapai posisi pemindaian untuk dilakukan pembacaan *QR Code* unit sebagai identifikasi produk.

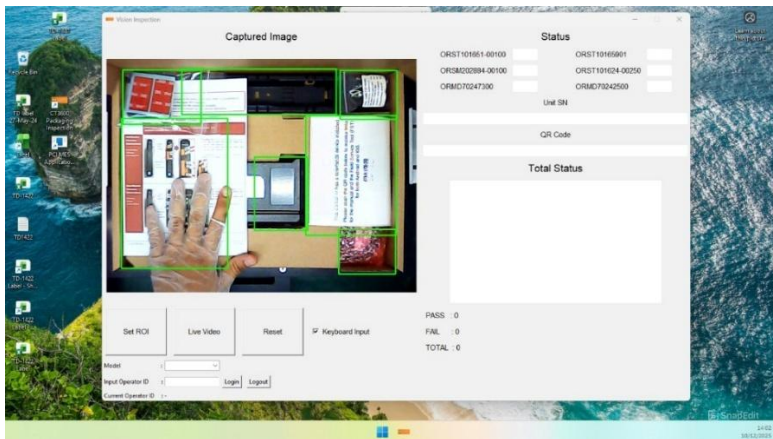
Setelah proses pemindaian selesai, unit CT3600 dimasukkan kedalam *box packaging* dengan *accessories* pendukung yang telah ditetapkan dan sesuai standar. *Box packaging* tersebut akan diinspeksi otomatis oleh *vision system* untuk memeriksa kelengkapan *packaging* CT3600. Pada tahap inspeksi, kamera akan mengambil citra isi *box packaging* dan mengolah citra tersebut untuk mendeteksi keberadaan unit CT3600 dan kelengkapan *accessories* berdasarkan data referensi yang telah ditentukan, sehingga sistem dapat melakukan pengambilan keputusan untuk menentukan status kelengkapan *packaging*.

Apabila hasil pengolahan inspeksi menunjukkan bahwa unit dan seluruh *accessories* terdeteksi sudah lengkap, sistem akan menetapkan status inspeksi PASS. Setelah hasil inspeksi pass, dilakukan pemindai *QR Code box packaging*. Hasil pemindaian *QR Code* akan tercatat pada log file inspeksi sebagai dokumentasi proses.

Sebaliknya, apabila hasil inspeksi menemukan adanya *accessories* yang belum lengkap, sistem akan menetapkan status inspeksi FAIL dengan menandai area *accessories* yang belum lengkap pada tampilan hasil inspeksi dengan bingkai warna merah, sehingga operator dapat lebih mudah mengecek kembali *accessories* yang belum lengkap pada *box packaging*. Setelah operator menambahkan *accessories* ke dalam *box*, maka dilakukan inspeksi ulang pada *box packaging* sampai status inspeksi menunjukkan hasil PASS. Setelah seluruh proses selesai, satu siklus inspeksi dinyatakan telah selesai.

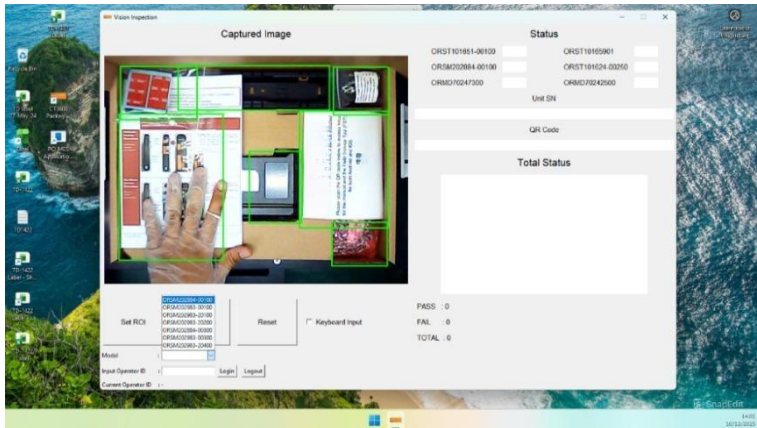
4.8 Tampilan Antarmuka (GUI) *Vision System*

Tampilan antarmuka grafis (*Graphical User Interface/GUI*) berfungsi sebagai interaksi antar operator dan sistem inspeksi *vision system*. GUI ini menampilkan hasil pengambilan citra, status inspeksi beserta informasi pendukung yang diperlukan selama proses *packaging* CT3600 berlangsung.



Gambar 4. 5 Tampilan Antarmuka (GUI) *Vision System*

Pada gambar 4.5 ditampilkan *captured image*, yaitu citra hasil tangkapan kamera inspeksi yang akan digunakan untuk memeriksa kelengkapan unit dan *accessories* di dalam *box packaging*. Pada tampilan ini, sistem memberikan penanda visual berupa bingkai pada area unit dan *accessories* sebagai hasil dari proses inspeksi yang dilakukan.



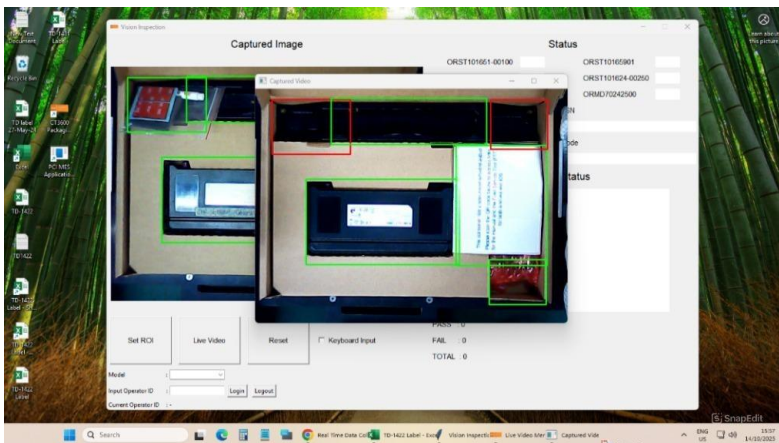
Gambar 4. 6 Tampilan GUI Pemilihan Model CT3600

Sebelum proses inspeksi dimulai, operator terlebih dahulu memilih model unit CT3600 yang akan diproses melalui menu pemilihan model seperti pada gambar 4.6. Hal ini ditetapkan menjadi instruksi proses, karena setiap model telah memuat data referensi inspeksi yang sesuai dengan standar *packaging* masing-masing model. Selanjutnya, operator memasukkan nomor *badge* sebagai 'Operator ID' dan setelahnya menekan tombol *login* untuk mengaktifkan sistem inspeksi.

Tidak hanya itu, pada GUI juga ditampilkan informasi status inspeksi, yang terdiri dari daftar *part number accessories* yang harus terdeteksi dalam *box packaging*. Setiap *part number* berfungsi sebagai indikator status pada GUI, sehingga operator dapat memantau hasil inspeksi kelengkapan secara visual tanpa perlu melakukan pemeriksaan manual pada *box packaging*.

Apabila seluruh *accessories* pendukung yang ditetapkan telah terdeteksi dan status setiap *part number* terpenuhi, sistem akan menampilkan hasil inspeksi PASS. Jumlah hasil PASS akan tercatat dan dihitung pada bagian penghitung (*counter*) pada GUI tersebut.

Sedangkan, jika hasil inspeksi menemukan bahwa ada *accessories* yang belum lengkap (*missing accessories*), maka pada tampilan GUI akan ada penanda. Penanda diberikan pada area *missing accessories* dengan bingkai merah seperti pada gambar 4.7 dan pada status informasi terdapat *part number* yang belum terpenuhi. Dari hasil inspeksi tersebut sistem akan menampilkan FAIL, namun pada bagian penghitung FAIL nilainya tidak akan pernah berubah atau nilainya tetap 0 saja. Hal ini terjadi karena ketika hasil inspeksi FAIL, operator pastinya akan melakukan tindakan perbaikan dan melakukan inspeksi ulang sampai hasil inspeksi PASS. Jumlah proses untuk hasil inspeksi akan dihitung pada bagian TOTAL di GUI sebagai jumlah proses inspeksi *packaging* yang telah dilakukan.



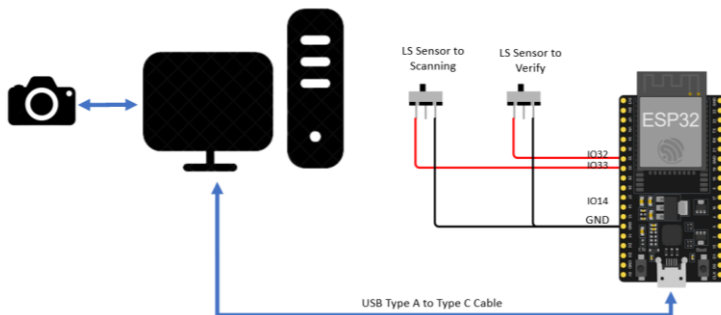
Gambar 4. 7 Contoh Tampilan GUI *Missing Accessories*

Selain menampilkan hasil inspeksi, ada juga beberapa tombol kontrol seperti 'Set ROI', 'Live Video', dan 'Reset' yang dapat digunakan untuk mendukung proses pengaturan area inspeksi, pemantauan citra secara langsung, serta pengaturan ulang sistem

apabila diperlukan. Tampilan GUI dibuat untuk memudahkan operator dalam memantau proses inspeksi secara *real-time* dan memastikan proses *packaging* berjalan sesuai standar yang telah ditetapkan.

4.9 Konfigurasi Koneksi *Vision System* dan ESP32

Konfigurasi koneksi antara *vision system* dan ESP32 termasuk kamera serta limit switch yang digunakan sebagai pemicu (trigger) proses inspeksi sistem dapat dilihat pada gambar 4.8. Pada konfigurasi ini, kamera terhubung langsung ke komputer yang menjalankan *vision sytem* dan berfungsi sebagai perangkat pengambil citra selama proses pemindaian QR (*Quick Response Code*) dan inspeksi kelengkapan *accessories packaging*.



Gambar 4. 8 Konfigurasi Koneksi *Vision System* dan ESP32

Peran ESP32 pada konfigurasi ini ialah sebagai modul antarmuka *input* yang menerima sinyal dari dua buah limit switch, yaitu limit switch pemindai (*scanning*) yang digunakan sebagai penanda bahwa unit CT3600 telah berada pada posisi *QR Code* dan limit switch verifikasi (*verify*) yang digunakan sebagai penanda bahwa *box packaging* telah berada pada posisi inspeksi.

Kedua limit switch dihubungkan ke pin *input* digital ESP32. Untuk limit switch pemindai memakai pin IO32 dan limit switch verifikasi memakai pin IO33 yang sama sama dihubungkan pada pin *ground* (GND). Ketika limit switch ditekan, ESP 32 akan mengalami preubahan logika dan menginterpretasikannya sebagai sinyal pemicu. Sinyal tersebut akan ditruskan ESP32 ke *vision sytem* melalui komunikasi serial menggunakan kabel USB *Type-A to Type-C* sebagai jalur pertukaran data.

4.10 Implementasi Program

Bagian ini merupakan materi tambahan yang disusun oleh Tim Divisi Automation dan dimasukkan ke dalam laporan atas rekomendasi reviewer sebagai referensi pendukung. Penggunaan materi telah mendapatkan izin dari pihak terkait. Penjelasan untuk setiap program sebagai berikut:

4.10.1 Program *Vision System*

Pada bagian ini, penulis membahas implementasi program sebagai bentuk penyempurnaan fungsi sistem inspeksi kelengkapan *accessories packaging CT3600* melalui pembuatan dan penerapan program aplikasi yang dijalankan pada Visual Studio Code (VCS). Program ditulis menggunakan bahasa pemrograman *Python* yang nantinya berfungsi untuk mengakuisisi citra dari kamera, membaca data pendukung dari sensor, mengolah hasil inspeksi menggunakan *vision system*, menampilkan hasil inspeksi pada tampilan GUI, serta menyimpan hasil inspeksi ke dalam sistem pencatatan data.

```
import cv2, tkinter, serial, keyboard, sys, os,  
time, keyboard  
import numpy as np  
from tkinter import PhotoImage, messagebox, ttk  
from threading import Thread  
from PIL import Image, ImageTk  
from pyzbar.pyzbar import decode
```

Diatas ialah sepenggal teks program yang berisi pustaka *Python* yang digunakan untuk implementasi sistem yang harus dilakukan sebelum program dijalankan. Pustaka tersebut di instalasi dari file ‘requirements.txt’, yang berisi daftar pustaka. Adapun fungsi dari masing-masing pustaka yang digunakan dalam sistem ini antara lain:

- *OpenCV* (cv2), merupakan Pustaka utama yang digunakan untuk proses pengambilan dan pengolahan citra dari kamera inspeksi,
- NumPy, digunakan untuk pengolahan data citra dan perhitungan numerik yang mempercepat proses komputasi dan manipulasi gambar,
- Tkinter, digunakan untuk membangun tampilan antarmuka pengguna (GUI) sebagai media interaksi operator dengan sistem dan penambahan seperti ttk, digunakan untuk memperbaiki tampilan *widget* agar lebih rapi dan konsisten,
- Pillow (PIL), digunakan untuk menampilkan citra hasil inspeksi pada GUI secara *real-time*,
- Pyzbar, digunakan dalam proses membaca *QR Code* pada unit dan *box packaging* sebagai identifikasi produk.
- pySerial, digunakan untuk komunikasi antara sistem *Vision System* dengan perangkat eksternal seperti ESP32 dan limitswitch

- threading, digunakan agar proses inspeksi dapat berjalan secara paralel tanpa mengganggu tampilan GUI.
- Sys, os, dan time, berfungsi dalam pengelolaan sistem, pengaturan file serta pengendali waktu proses.

Kamera yang digunakan pada sistem ini terdiri dari dua buah, yang mana setiap kamera diinisialisasi secara terpisah dengan parameter resolusi dan indeks perangkat yang telah disesuaikan berdasarkan fungsi kerjanya di sistem. Pengaturan resolusi dan pengecekan koneksi dilakukan untuk memastikan setiap kamera siap digunakan sebelum sistem dijalankan.

```
#0.3MP, 70cm
cam1 = cv2.VideoCapture(int(cam[1]))
cam1.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 10000)
cam1.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 10000)

if not cam1.isOpened():
    messagebox.showerror("Error", "Camera not
Connected")
    sys.exit()

#0.3MP, 3cm
scanner = cv2.VideoCapture(int(cam[4]))
scanner.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 1536)
scanner.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 2048)

if not scanner.isOpened():
    messagebox.showerror("Error", "Scanner not
Connected")
    sys.exit()
```

Program diatas adalah program untuk inisialisasi kamera inspeksi utama (cam1) dengan resolusi *frame* dengan nilai tinggi untuk menangkap area *packaging* secara menyeluruh dan detail objek *accessories* dapat terlihat dengan jelas. Sementara itu,

kamera pemindai *QR Code* diinisialisasi dengan resolusi yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan kerja untuk mendukung proses pembacaan kode secara akurat pada jarak kerja yang lebih dekat.

```
def scanitem():
    global data
    timeout = time.time() + 5
    while True:
        ret, imgscan = scanner.read()
        detector = cv2.QRCodeDetector()
        imgscanner =
imgscan[roiscan[1]:roiscan[1]+roiscan[3],roiscan[0]:roiscan[0]+roiscan[2]]
        imgscanner = cv2.cvtColor(imgscanner,
cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        imgscanner = cv2.threshold(imgscanner,
0,255,cv2.THRESH_BINARY| cv2.THRESH_OTSU)[1]
        #imgscanner =
cv2.fastNLMMeansDenoising(imgscanner, None, 8, 7,
21)
        barcodes = decode(imgscanner)
        for barcode in barcodes:
            data = barcode.data.decode('utf-8')
        if len(barcodes) >= 1:
            print(data)
            break
        if time.time() > timeout:
            messagebox.showerror("Error", "Scanner
fail to read")
            break
```

Selanjutnya, diatas ialah program untuk melakukan pemindaian *QR Code* otomatis pada unit dengan fungsi scanitem(). Diberikan juga pengaturan waktu 5 detik selama

proses pemindaian, sehingga sistem tidak menunggu tanpa batas apabila *QR Code* tidak terbaca.

Variabel (`while True`) pada sistem berfungsi untuk mengambil citra secara terus-menerus dari kamera inspeksi menggunakan perintah '`scanner.read()`'. Citra yang diperoleh kemudian diproses dengan mengambil beberapa area berdasarkan kordinat ROI yang telah ditentukan pada '`roiscan`'.

Apabila hasil pemindaian *QR Code* berhasil, maka pembacaan data akan diekstraksi dan disimpan ke dalam variabel '`data`' dalam format teks. Ketika minimal satu *QR Code* berhasil dibaca, sistem akan menghentikan proses pemindaian dan melanjutkan ke tahap berikutnya. Namun, jika proses pemindaian belum berhasil sampai lebih dari waktu yang ditetapkan, sistem akan menampilkan pesan kesalahan melalui anatarmuka GUI sebagai pemberitahuan bahwa proses pemindaian unit gagal dilakukan.

Setelah proses pemindaian *QR Code* pada unit selesai dilakukan, sistem melanjutkan ke tahap berikutnya yaitu pemindaian *QR Code* pada *box packaging*. Tahapan ini bertujuan untuk mengaitkan data *packaging* dengan identitas unit yang telah dipindai sebelumnya. Dibawah ini adalah program fungsi *scan* inspeksi untuk *packaging*.

```
def scanpack():  
    global data  
    timeout = time.time() + 5  
    while True:  
        ret, imgscan = scanner.read()  
        ret, imgscan = scanner.read()  
        detector = cv2.QRCodeDetector()
```

```

        imgscanner =
imgscan[roiscan2[1]:roiscan2[1]+roiscan2[3],roiscan
2[0]:roiscan2[0]+roiscan2[2]]
        imgscanner = cv2.cvtColor(imgscanner,
cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        imgscanner = cv2.threshold(imgscanner,
0,255,cv2.THRESH_BINARY| cv2.THRESH_OTSU)[1]
        #imgscanner =
cv2.fastNlMeansDenoising(imgscanner, None, 8, 7,
21)
        barcodes = decode(imgscanner)
        for barcode in barcodes:
            data = barcode.data.decode('utf-8')
            if len(barcodes) >= 1:
                print(data)
                break
            if time.time() > timeout:
                messagebox.showerror("Error", "Scanner
fail to read")
                break

```

Pemindaian *packaging* dilakukan dengan fungsi ‘scanpack. Alur kerja pemindaian *packaging* memiliki mekanisme sama dengan fungsi pemindaian *QR Code* unit. Perbedaan fungsi dari kedua program tersebut hanya pada objek dan posisi pemindaian saja.

4.10.2 Program ESP32

Program berikut ini digunakan untuk mengatur komunikasi antara ESP32 dengan sistem vision system dalam proses inspeksi kelengkapan accessories pada packaging. ESP32 berfungsi sebagai pengontrol yang membaca kondisi beberapa switch dan

mengirimkan sinyal ke komputer untuk menjalankan proses inspeksi.

```
#define SwitchPackaging 25
#define SwitchScannerItem 33
#define SwitchScannerPackaging 14

bool switchpackagingstatus;
bool switchscanneritemstatus;
bool switchscannerpackagingstatus;
int state = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(SwitchPackaging, INPUT_PULLUP);
  pinMode(SwitchScannerItem, INPUT_PULLUP);
  pinMode(SwitchScannerPackaging, INPUT_PULLUP);
}

void loop() {
  switchscanneritemstatus =
digitalRead(SwitchScannerItem);
  if(switchscanneritemstatus == LOW){
    delay(1000);
    switchscanneritemstatus =
digitalRead(SwitchScannerItem);
    if(switchscanneritemstatus == LOW){
      Serial.println("1");
      while(Serial.available() == 0){}
      String incoming = Serial.readString();
      incoming.trim();
      if(incoming == "OK"){
        while(true){
          switchscannerpackagingstatus =
digitalRead(SwitchScannerPackaging);
          String incoming = Serial.readString();
          if(switchscannerpackagingstatus == LOW){
            delay(1000);
```

```

        switchscannerpackagingstatus =
digitalRead(SwitchScannerPackaging);
        if(switchscannerpackagingstatus ==
LOW){
            Serial.println("1");
            while(Serial.available() == 0){}
            String incoming =
Serial.readString();
            incoming.trim();
            if(incoming == "OK"){
                break;
            }
            else if(incoming == "NG"){
                continue;
            }
            else if(incoming == "RESET"){
                break;
            }
        }
    }
    else if(incoming == "RESET"){
        break;
    }
}

```

Pada bagian awal program dilakukan pendefinisian beberapa pin yang digunakan sebagai input, yaitu 'SwitchPackaging', 'SwitchScannerItem', dan 'SwitchScannerPackaging'. Ketiga pin ini terhubung dengan switch atau sensor yang digunakan untuk mendeteksi kondisi tertentu pada proses inspeksi. Selain itu juga dibuat beberapa variabel bertipe boolean untuk menyimpan status dari masing-masing switch yang dibaca oleh ESP32.

Pada fungsi setup(), dilakukan inisialisasi komunikasi serial menggunakan Serial.begin(9600) agar ESP32 dapat berkomunikasi dengan komputer yang menjalankan program

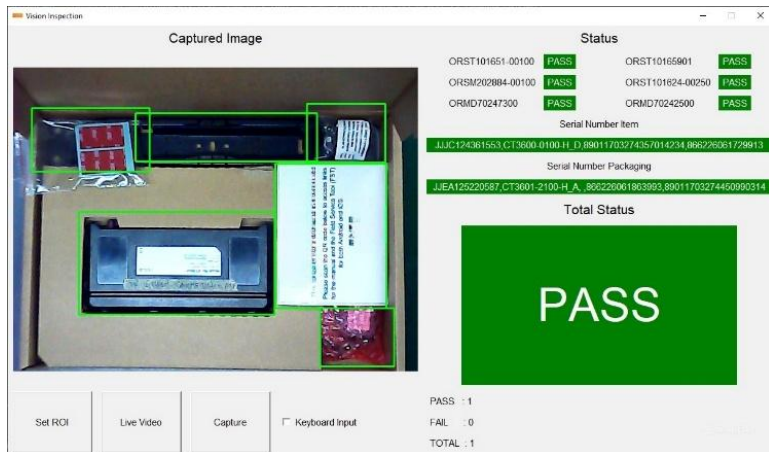
vision system. Selain itu, pin SwitchPackaging, SwitchScannerItem, dan SwitchScannerPackaging diatur sebagai INPUT_PULLUP, sehingga kondisi awal pin berada pada HIGH dan akan berubah menjadi LOW ketika switch aktif.

Pada fungsi loop(), ESP32 secara terus-menerus membaca kondisi SwitchScannerItem. Jika switch terdeteksi aktif (LOW), sistem akan menunggu sekitar 1 detik untuk memastikan sinyal stabil, kemudian ESP32 mengirimkan data "1" ke komputer sebagai tanda untuk memulai proses inspeksi item.

Setelah itu ESP32 akan menunggu respon dari komputer berupa "OK" atau "NG". Jika respon yang diterima "OK", maka sistem akan melanjutkan ke proses inspeksi packaging dengan membaca kondisi SwitchScannerPackaging. Ketika switch packaging aktif, ESP32 kembali mengirimkan "1" ke komputer untuk menjalankan proses inspeksi packaging. Jika hasil yang diterima "OK", maka proses dianggap selesai. Namun jika respon "NG", maka proses inspeksi packaging akan diulang. Selain itu terdapat perintah "RESET" yang digunakan untuk menghentikan proses dan mengembalikan sistem ke kondisi awal.

4.11 Hasil Evaluasi Implementasi Sistem

Evaluasi Implementasi sistem inspeksi berbasis *Vision System* dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang, dimulai dari proses pemindaian *QR Code*, pengambilan citra, pendeteksian *accessories*, hingga penentuan hasil inspeksi. Hasil evaluasi sistem dapat dilihat pada tampilan GUI seperti pada gambar 4.12.



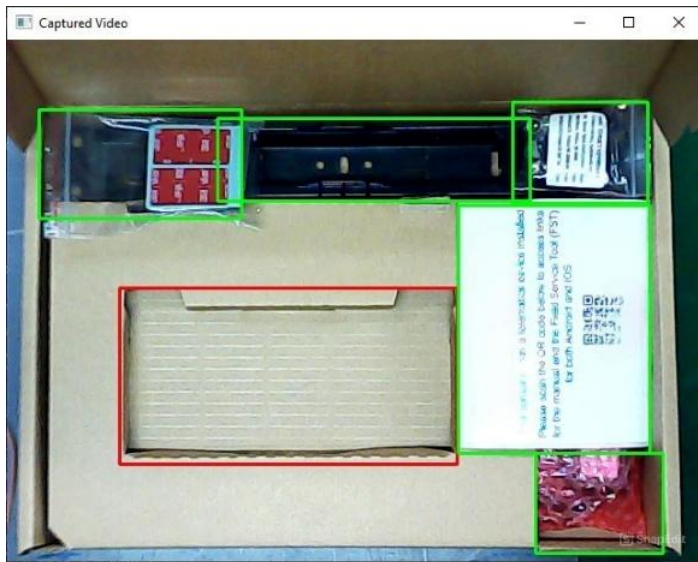
Gambar 4. 9 Tampilan Hasil Inspeksi PASS

Berdasarkan tampilan diatas, sistem berhasil menangkap citra area *packaging* secara keseluruhan dan memberi tanda pada *accessories* dengan bingkai kotak berwarna hijau. Pemberian tanda ini menunjukkan bahwa objek yang terdeteksi sesuai dengan referensi *accessories* yang telah dikonfigurasi pada sistem. Hal ini menjadi salah satu bukti bahwa proses akuisisi citra dan deteksi visual berjalan dengan baik.

Tampilan GUI juga memberikan informasi pada bagian status, dimana setiap *part number* ditampilkan beserta hasil deteksinya. Seluruh *part number* menunjukkan status PASS, yang menandakan bahwa *accessories* yang ditetapkan telah terdeteksi oleh *Vision System*. Selain itu, terdapat juga hasil pemindai *Serial Number Unit* dan *Serial Number Packaging*, yang berfungsi sebagai identitas produk dan keterkaitan anatar unit dengan *box packaging*.

Hasil akhir inspeksi ditampilkan pada bagian 'Total Status', dimana sistem menetapkan status PASS secara keseluruhan. Nilai untuk penghitung (*counter*) PASS juga berubah dari 0 menjadi 1.

Selanjutnya, untuk memastikan keberhasilan kinerja sistem secara menyeluruh dilakukan evaluasi kedua. Evaluasi ini dilakukan tanpa memasukkan unit CT3600, hasil inspeksi adalah FAIL yang dapat dilihat pada gambar 4.13 menampilkan hasil dengan memberi tanda pada area unit CT3600 dengan bingkai berwarna merah, ini menjadi perhatian bahwa pada *box packaging* masih belum dideteksi unit CT3600 oleh kamera inspeksi.



Gambar 4. 10 Hasil Inspeksi Unit CT3600 FAIL

Tabel 4.1 adalah hasil beberapa metode evaluasi implementasi sistem yang dilakukan beserta hasil sistem inspeksi menggunakan *Vision System*.

Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi Implementasi Sistem

No	Kondisi Evaluasi	Hasil Deteksi Vision System	Status Sistem
1	QR Code terbaca, semua <i>accessories</i> lengkap dan unit ada	Seluruh <i>part number</i> terdeteksi	PASS
2	QR Code terbaca, 1 <i>accessories</i> tidak ada dan unit ada	<i>Part number accessories</i> yang tidak ada tidak terdeteksi	FAIL
3	QR Code terbaca, ≥ 2 <i>accessories</i> tidak ada dan unit ada	≥ 2 <i>part number accessories</i> yang tidak ada tidak terdeteksi	FAIL
4	QR Code tidak terbaca <i>accessories</i> lengkap dan unit ada	Data QR Code tidak berhasil dibaca, seluruh <i>part number</i> terdeteksi	FAIL

Dari hasil evaluasi diketahui bahwa sistem tidak hanya mampu memvalidasi kondisi *packaging* yang lengkap, tetapi juga efektif dalam mendeteksi ketidaklengkapan *accessories* (*missing accessories*) serta memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami kepada operator sebagai dasar pengambilan tindakan perbaikan.

Hasil *running* untuk *station packaging* CT3600 setelah sistem *vision system* diimplementasikan sebagai sistem inspeksi dapat dilihat pada tabel 4.2. Data yang dihasilkan diperoleh dari produk aktual yang diproses pada lini produksi yang merupakan presentase kondisi operasional nyata.

Tabel 4. 2 Hasil *Running Station Packaging* CT3600

No.	Lot Number	Quantity Per Box	Qty Box	Total Qty	Percentage	Status	Date
1	2601-0290	10	1	10	0.20%	Complete	1 Jan 2026
2	2602-0153	10	1	10	0.20%	Complete	8 Jan 2026
3	2603-0122	1	1	1	0.02%	Complete	14 Jan 2026
4	2603-0163	10	74	740	14.95%	Complete	15 Jan 2026
5	2603-0238	10	23	230	4.65%	Complete	16 Jan 2026
6	2604-0003	10	24	240	4.85%	Complete	19 Jan 2026
7	2604-0032	10	51	510	10.30%	Complete	20 Jan 2026
8	2604-0421	10	1	10	0.20%	Complete	23 Jan 2026
9	2605-0033	10	1	10	0.20%	Complete	27 Jan 2026
10	2605-0053	10	1	10	0.20%	Complete	29 Jan 2026
11	2605-0137	10	49	490	9.90%	Complete	30 Jan 2026
12	2605-0234	10	25	250	5.05%	Complete	31 Jan 2026
13	2606-0001	10	63	630	12.72%	Complete	2 Feb 2026
14	2606-0111	10	33	330	6.67%	Complete	3 Feb 2026
15	2606-0193	10	75	750	15.15%	Complete	4 Feb 2026
16	2606-0400	10	73	730	14.74%	Complete	5 Feb 2026
Total Akumulasi		151	496	4951	100.00%		

Proses produksi telah menerapkan inspeksi kelengkapan *accessories* pada unit CT3600, dimana setiap *box packaging* berisi 10 lot unit CT3600 dan jumlah *box* yang dijalankan pada setiap *running* bervariasi. Seluruh lot yang tercatat dengan total akumulasi sebanyak 4,951 unit telah berhasil diproses melalui *station packaging* dan diselesaikan hingga tahap akhir hingga berstatus *Complete*.

Tidak hanya itu, keberhasilan implementasi *vision sytem* dari evaluasi yang dilakukan juga ditemukan dari perubahan waktu *cycle time*. Sebelumnya, proses pada *station packaging* CT3600 menghabiskan waktu 65 *second* untuk menyiapkan 1 lot *box* unit CT3600. Setelah implementasi, *cycle time* yang diperoleh untuk menyiapkan 1 lot *box* cukup 52 *second* saja. Jika dijadikan kedalam persentase lamanya waktu menurun sebanyak 20%.

Hasil *survey* dari operator juga menjadi perhitungan untuk keberhasilan evaluasi yang dilakukan, dimana dari dua orang operator yang mengerjakan proses *packaging* dari 2 shift yang berbeda, mengatakan bahwa evaluasi ini telah membantu mereka

dalam proses pengecekan kelengkapan *accessories*, jika sebelumnya mereka bisa melakukan pengecekan *accessories* sebanyak 2 sampai 3 kali untuk memastikan *accessories* benar-benar lengkap. Sekarang, setelah menggunakan *vision system* mereka hanya perlu mengecek 1 kali sesuai dengan gambar yang ditampilkan pada monitor. Dari hasil evaluasi yang dilakukan menunjukkan bahwa implementasi *vision system* sebagai sistem inspeksi kelengkapan *accessories packaging* CT3600 telah berjalan sesuai dengan perancangan serta mampu mendukung proses produksi secara efektif.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kegiatan Kerja Praktik yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kesimpulan berikut:

1. Proyek Implementasi *Vision System* dibuat untuk mengatasi permasalahan inspeksi kelengkapan *accessories packaging* CT3600 yang berpotensi terjadi kesalahan apabila dilakukan secara manual, sehingga diperlukan sistem inspeksi otomatis yang lebih konsisten dan terkontrol.
2. Sistem inspeksi berbasis *Vision system* yang memanfaatkan kamera dan pengolahan citra untuk mendeteksi keberadaan unit serta *accessories* di dalam *box packaging*, kemudian menampilkan hasil inspeksi melalui antarmuka GUI.
3. Metode inspeksi dilakukan dengan mengambil citra *packaging*, memproses citra berdasarkan area inspeksi ROI (*Region Of Interest*) yang telah ditentukan, serta membandingkan hasil deteksi dengan standar kelengkapan *accessories* yang telah ditetapkan.
4. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi *packaging* lengkap dan tidak lengkap, menampilkan penanda pada *accessories* yang hilang, serta mendukung proses inspeksi berulang hingga seluruh *accessories* terpenuhi.
5. Dengan diterapkannya sistem ini, proses validasi kelengkapan *packaging* menjadi lebih efektif, mengurangi ketergantungan pada pemeriksaan manual,

dan membantu meningkatkan akurasi proses inspeksi pada lini *packaging* CT3600.

5.2 Saran

Kegiatan Kerja Praktik yang telah dilakukan penulis memiliki beberapa saran perbaikan lanjutan berikut:

1. Penulis berharap untuk tahap selanjutnya pengerjaan otomasi pada industri manufaktur lebih mempertimbangkan penggunaan PLC untuk sistem skala besar dan monitoring *real-time* dengan berbagai macam produk yang dapat diperiksa pada mesin yang sama.
2. Penulis berharap PT. PCI Elektronik Internasional terus membuka kesempatan bagi mahasiswa untuk belajar secara langsung melalui program magang agar mampu mengembangkan keterampilan teknis serta memahami dunia kerja di bidang manufaktur elektronik.
3. Untuk teman-teman mahasiswa yang ingin magang disektor manufaktur seperti di PT.PCI Elektronik Internasional, diharapkan nantinya memiliki keterampilan dasar-dasar elektronika dan *basic* pemrograman *mikrontroller* contohnya seperti pemrograman *iot* agar mampu mengikuti alur kerja selama magang.

DAFTAR PUSTAKA

- CaraTekno. Pengertian Arduino UNO *Microcontroller* ATmega328 [Online]. Tersedia: <https://www.caratekno.com/pengertian-arduino-UNO-Microcontroller/> [30 November 2025].
- ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Datasheet [Online]. Tersedia: https://www.mouser.com/datasheet/2/891/esp-wroom-32_datasheet_en-1223836.pdf 28 Desember 2025].
- Nauticomm. Orbcomm CT-3600 Reefer Container Tracking & Temperature Monitoring. [online]. Tersedia: <https://www.nauticomm.com/en/products/ct3600/> [28 Desember 2025].
- Dicoding Intern. 31 May 2023. *Python* : Pengertian, Contoh Penggunaan, dan Manfaat Mempelajarinya. [online]. Tersedia: https://www.dicoding.com/blog/Python_-pengertian-contoh-penggunaan-dan-manfaat-mempelajarinya/
- Rumah Coding. 18 Maret 2024. Pengenalan *OpenCV*: Dasar-dasar Pemrograman Computer Vision dengan *Python* . [online]. Tersedia: [https://rumahcoding.co.id/pengenalan-OpenCV-dasar-dasar-pemrograman-computer-vision-dengan-Python /](https://rumahcoding.co.id/pengenalan-OpenCV-dasar-dasar-pemrograman-computer-vision-dengan-Python/)
- Wikipedia. 15 Novemebr 2022. Komunikasi Serial. [online]. Tersedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi_serial

LAMPIRAN

Dikarenakan di PT. PCI Elektronik Internasional tidak diperbolehkan mengambil foto sembarangan tanpa izin di dalam *line production* maka penulis hanya dapat melampirkan beberapa foto di luar *line production*.

A. Surat persetujuan Kerja Praktik di PT. PCI Elektronik Internasional



A Celestica Company

PT PCI ELEKTRONIK INTERNASIONAL

Jl. Ahmad Yani Panbil Industrial Estate C01 Lot 2,3,3A & 3B Muka Kuning, Batam
Tel: (62-778) 371800 Fax: (62-778) 371530

Batam, 19 Maret 2024

Nomor : 0227/Perso/PCIEI/III/2025
Lampiran : -
Hal : Balasan Surat Permohonan Kerja Praktik/Magang

Kepada Yth. Bapak/Ibu
Koordinator Kerja Praktik Politeknik Caltex Riau

Dengan Hormat,

Berdasarkan Surat Permohonan Kerja Praktik/Magang No. 0089/PCR/PKA-K.1/III/2025 yang telah diajukan kepada kami, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa yang diajukan kami terima.

No.	Nama	NIM	Program Studi	*Periode Magang
1.	Ridwan Sunandar	2120307016	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika	01 Oktober 2025 - 31 Januari 2026
2.	Teresia Evana S.	2220307032	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika	01 Oktober 2025 - 31 Januari 2026

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat Kami,
PT PCI Elektronik Internasional



Arif Rahmah Hakim
HRD Manager

B. Dokumentasi Kerja Praktik

