

**DETEKSI CACAT PRODUK PADA INDUSTRI
MANUFAKTUR MENGGUNAKAN PEMBELAJARAN
MENDALAM (STUDI KASUS PADA MANUFAKTUR
SEKRUP)**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan dalam dunia industri semakin ketat. Setiap perusahaan berlomba-lomba menciptakan produk yang berkualitas.. Kualitas produk merupakan faktor kunci agar perusahaan dapat bertahan dan bersaing dalam dunia bisnis (Psarommatis, Sousa, Mendonça, & Kiritsis, 2022). Kualitas produk akan mempengaruhi kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan. Kualitas produk yang tinggi tentunya merupakan keinginan perusahaan. Namun, kecacatan produk merupakan hal yang hampir pasti terjadi. Kecacatan ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), dan lingkungan (*environment*) (Suhartini, 2020). Salah satu kegiatan yang perlu dilakukan untuk menjaga kualitas produk adalah inspeksi. Kegiatan ini biasanya dilakukan oleh departemen pengendalian kualitas. Kecepatan dan akurasi inspeksi pada industri diperlukan untuk memastikan standar kualitas produk yang tinggi namun harga tetap terjangkau (Villalba-Diez et al., 2019). Hal ini merupakan tantangan bagi para pelaku industri.

Sebagian besar perusahaan tidak hanya memiliki sedikit produk dan model dalam satu kali produksi. Variasi produk dan model ini tentunya akan membuat kegiatan inspeksi menjadi satu hal yang penting untuk memastikan seluruh produk memiliki kualitas yang baik. Kegiatan inspeksi pada industri umumnya dilakukan secara manual dengan tenaga manusia sebagai operator. Dengan mengandalkan tenaga manusia yang memiliki keterbatasan. Peningkatan kinerja dari kegiatan inspeksi dibutuhkan (Asín, Ávila-de la Torre, Berges-Muro, & Sánchez-Valverde, 2017). Sehingga dibutuhkan sebuah model pengganti untuk meningkatkan kinerja dari kegiatan inspeksi (Reyes-Luna, Chang, Tuck, & Ashcroft, 2023). Otomatisasi pada proses inspeksi kualitas adalah salah satu cara untuk meningkatkan kinerja kegiatan inspeksi sehingga kepuasan pelanggan atas produk yang berkualitas baik dapat terjaga (Deshpande, Minai, & Kumar, 2020). Pada revolusi industri 4.0,

teknologi informasi tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari, teknologi memiliki peran yang penting dari waktu ke waktu (Essah, Anand, & Singh, 2022). Teknologi yang sedang berkembang dengan pesat dan dapat diimplementasikan untuk otomatisasi pada industri adalah *Artificial Intelligence* (AI) (Shi et al., 2021). *Artificial Intelligence* (AI) merupakan alternatif digital untuk meningkatkan kinerja kegiatan inspeksi (Jarkas et al., 2023). Teknologi ini megadopsi kemampuan manusia untuk mengenali berbagai macam objek yang terdapat pada citra yang dikenal dengan teknik deteksi objek (Baikova, Maia, Santos, Ferreira, & Oliveira, 2019), segmentasi dan pengenalan objek (Khurana, Sharma, Singh, & Singh, 2016). Deteksi objek merupakan hal yang penting dalam kegiatan inspeksi dalam industri (Yang et al., 2020). Pengaplikasian AI untuk mendeteksi objek dalam kegiatan inspeksi ini bertujuan untuk efisiensi dalam dunia industri terutama dalam kegiatan inspeksi. Hal ini karena teknologi tersebut dapat meminimalisir kemungkinan cacat yang luput dari penglihatan manusia.

Acosta and Oliveira Sant'Anna (2023) mengembangkan *relevance mechine vector* menggunakan teknik kernel sparse bayesian untuk meningkatkan *support machine vector* pada masalah regresi dan klasifikasi dengan menggunakan *machine learning*. Penelitian tersebut menghasilkan perbandingan kinerja *relevance machine vector* dengan *support vector machine*, *artificial neural network* dan *beta regression model* menghasilkan bahwa pemantauan proses berbasis *relevance machine vector* adalah alat pemantauan kualitas produk cacat dalam proses manufaktur yang baik dibandingkan dengan algoritma *machine learing* yang lain.

Altuğ (2023) meneliti untuk meminimalisir pemborosan biaya dan waktu pada perusahaan yang memproduksi baut dan mur dengan mengintegrasikan *deep learning* dan *six sigma*. *Six sigma* digunakan untuk mengurangi biaya dan waktu serta meningkatkan nilai tambah pada produk. Optimalisasi *six sigma* dilakukan dengan bantuan *deep learning*. Peforma model yang dibuat pada *deep learning* cukup mendekati performa sebenarnya. Pemanfaatan *six sigma* dengan bantuan *deep learing* yang dibuat dapat menghemat hingga \$21,780 serta penghematan waktu yang dapat menghindari kerugian mencapai \$30,000 setiap tahun. Efisiensi

pada *coating thickness* meningkat dari 85% menjadi 95% yang mana mendekati target yaitu 95%-97%.

Fan, Dong, and Guo (2023) mengusulkan metode klasifikasi permukaan cacat strip baja berdasarkan *mixed attention mechanism* untuk mencapai kinerja klasifikasi cacat yang cepat dan akurat. Penelitian ini menggunakan perbandingan skala *min-max*, *Transfer Learning (EfficientNet-B0)*, *squeeze-excitation spatial mixed module*, dan *multilayer mixed attention mechanism (MMAM) module*. Pada lingkungan industri yang kompleks metode konvensional untuk mengklasifikasi cacat permukaan pada strip baja canai panas memiliki masalah pada akurasi dan efisiensi yang rendah. Dengan menggunakan metode *squeeze-excitation spatial mixed module* mendapatkan akurasi pengenalan 96,75% dan *multilayer mixed attention mechanism (MMAM) module* mendapatkan akurasi pengenalan 97,70%. Kemudian pada *transfer learning* yaitu *EfficientNet-B0* berbasis MMAM memperoleh hasil akurasi pengenalan 100%.

Fauzi, Madenda, Wibowo, and Masruriyah (2020) meneliti penggunaan kotak pembatas (*bounding box*) untuk meningkatkan pengenalan objek pada kamera pengintai (CCTV) pada sektor kesehatan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kotak pembatas meningkatkan pengenalan objek pada kamera pengintai. Kotak pembatas juga membantu dalam mengidentifikasi kegiatan yang mencurigakan dalam rekaman kamera pengawas. Klasifikasi objek yang segmentasi dalam pencitraan medis juga meningkat dengan bantuan kotak pembatas yang diterapkan.

Handayani et al. (2020) menggunakan algoritma *support vector machine (SVM)*, *linear discriminant analysis*, dan pohon keputusan untuk mengidentifikasi kualitas daging berdasarkan *marbling*. Hasilnya SVM adalah algoritma menunjukkan akurasi paling tinggi diantara algoritma lainnya dalam mengidentifikasi kualitas daging sapi.

Hassan, Hamdan, Shahin, Abdelmaksoud, and Bitar (2023) mengimplementasikan *deep learning* dan *machine learning* untuk memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan proses manufaktur yaitu memaksimalkan *production rates* untuk produk yang baik dan meminimalisir

scrap rates atau *reworks*. Penerapan *smart process* akan berkontribusi yang signifikan dalam meningkatkan proses manufaktur yaitu memaksimalkan *production rates* untuk produk yang baik dan meminimalisir *scrap rates* atau *reworks*. Kecerdasan buatan (*machine learning*) yang diimplementasikan bermanfaat untuk meningkatkan akurasi prediksi model regresi serta menyempurnakan kecerdasan yang dimiliki dengan mempelajari parameter proses mana yang dapat membuat produk cacat sehingga nantinya dapat menyesuaikan parameter proses dengan mengabaikan pengaturan manual.

Li, Liu, Liu, Yang, and Huang (2020) mendesain pendeteksi cacat pada kain secara otomatis berdasarkan *cascaded low-rank decomposition* dan menjaga pengendalian kualitas yang tinggi pada perusahaan tekstil. Metode yang diusulkan dievaluasi pada *database* gambar kain. Penelitian ini menggunakan algoritma deteksi cacat berdasarkan *cascaded low-rank decomposition*. Dengan membandingkan di lapangan, diperoleh tingkat deteksi rata-rata sebesar 98,26%.

Liu, Liu, Li, and Li (2022) Mengusulkan metode baru untuk memecahkan masalah dalam mendeteksi cacat pada cacat kain. Masalah tersebut yaitu model yang sulit dilatih karena keterbatasan dataset dan akurasi deteksi yang belum memadai pada bidang industri. Penelitian ini berbasis *deep learning* dan menghasilkan metode baru untuk mendeteksi cacat kain dimana hasil eksperimen mendapatkan tingkat akurasi dan presisi sebesar 93,9% dan 98,8% ketika diterapkan pada dataset publik (TILDA) dan dataset *real-shot* (ZYFD).

Liu, Wang, Li, Ding, and Li (2022) mendesain model *dual-branch balance saliency* berbasis *fully convolutional network* (FCN) untuk deteksi cacat pada kain secara otomatis, serta meningkatkan pengendalian kualitas pada bidang manufaktur tekstil.

Naam, Harlan, Madenda, and Wibowo (2016) meneliti dengan tujuan untuk membangun sebuah algoritma dari metode *multiple morphological gradient* (mMG) untuk mengidentifikasi karies gigi berbasis gigi panoramik digital gambar x-ray. Jenis algoritma yang digunakan adalah normal mMG, Enhancement mMG, dan Smooth mMG. Ketiga algoritma tersebut diperiksa oleh dua orang dokter

gigi. Hasil pemrosesan gambar ini sangat membantu untuk mengidentifikasi objek dalam gambar panorama terutama dalam mendeteksi gigi berlubang.

Purushothaman and Ahmad (2022) membangun sistem inspeksi otomatis menggunakan mekanisme berbasis *image analysis* yang disebut *i-AIS*. Menggunakan metode desain *Six Sigma* (DSS). Langkah-langkah *Define, measure, analyze, design*, dan *verify* (DMADV) diterapkan dan diintegrasikan dengan teknik analisis yang spesifik dari *quality function deployment* (QFD), *design failure mode effect analysis* (DFMEA) dan *theory of inventive problem solving* (TRIZ). Verifikasi prototipe *i-AIS* menunjukkan pengoperasian pada mode optimal yang memenuhi persyaratan internal. Hasil verifikasi juga menunjukkan bahwa tingkat sigma meningkat dari 3,87 menjadi 4,33. Sementara itu, tingkat pengurangan kerusakan meningkat menjadi 74,4% dan tingkat *downtime* juga mencatat peningkatan yang signifikan yaitu pengurangan sebesar 80,7%.

Wu, Guo, Liu, and Huang (2020) mengembangkan metode *deep learning* yang lebih fleksibel untuk deteksi cacat pada industri dengan menggunakan *End-to-end learning framework*. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi kesulitan deteksi cacat blade. Sehingga dikembangkan arsitektur baru yang mengintegrasikan *residue learning* untuk melakukan deteksi cacat yang efisien. Percobaan dilakukan pada kumpulan data yang dikumpulkan, dan hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan dapat mencapai kinerja yang memuaskan dibandingkan metode lain. Selain itu, operasi pemerataan data membantu hasil deteksi cacat yang lebih baik.

Yuhandri, Madenda, Wibowo, and Karmilasari (2017) meneliti untuk mengetahui ciri-ciri motif yang terdapat pada gambar songket agar objek tersebut dapat terdeteksi dan dibaca. Metode yang digunakan adalah segmentasi warna citra dan morfologi matematis dalam mendeteksi objek dan kemudian mengekstraksi motif dengan cara penerapan algoritma pelacakan kontur moore dan pengembangan algoritma kode rantai. Hasilnya menunjukkan bahwa pengembangan algoritma kode rantai dapat menghasilkan jumlah objek, panjang kode rantai, dan nilai kemungkinan laju kemunculan setiap kode rantai dalam suatu motif, meskipun terdapat beberapa objek dalam suatu motif.

H. Zhang et al. (2023) mengusulkan kerangka kerja deteksi cacat berdasarkan pembelajaran adversarial tanpa pengawasan untuk rekonstruksi gambar guna memecahkan masalah deteksi berlebihan atau kesalahan deteksi karena tidak dapat beradaptasi dengan pola kompleks kain berpola warna. Kerangka kerja yang diusulkan dibandingkan dengan metode canggih pada kumpulan data publik YDFID-1 (Kumpulan Data Gambar Kain Berwarna Benang-versi1). Kerangka kerja yang diusulkan juga divalidasi pada beberapa kelas dalam dataset MvTec AD. Hasil eksperimen berbagai pola/kelas pada YDFID-1 dan MvTecAD menunjukkan efektivitas dan keunggulan metode ini dalam deteksi cacat kain.

R. Zhang et al. (2022) Mengusulkan metode diagnosis ultrasonik baru untuk cacat las baja tahan karat berbasis *multi-domain feature fusion* untuk memecahkan dua masalah dalam diagnosis ultrasonik cacat las baja tahan karat austenitik. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa akurasi diagnostik model diagnosis ringan yang dibangun dapat mencapai 96,55% untuk lima jenis cacat las baja tahan karat, antara lain retak, porositas, inklusi, kurang fusi, dan penetrasi tidak lengkap. Ini dapat memenuhi kebutuhan aplikasi teknik praktis. Metode ini memberikan landasan teori dan referensi teknis untuk mengembangkan dan menerapkan teknologi diagnosis cacat ultrasonik yang cerdas, efisien dan akurat.

Revolusi industri 4.0 mendorong otomatisasi inspeksi produk untuk manufaktur yang tanpa cacat (*zero defect*) dan berkualitas tinggi dimana kemampuan fleksibilitas manusia berkolaborasi dengan kemampuan akurasi komputer dan mesin (Brito et al., 2020). Perkembangan *computer vision* dapat sangat membantu dalam dunia industri manufaktur untuk mencapai kualitas yang unggul (Schmidt, Gevers, Schwiep, Ordieres-Meré, & Villalba-Diez, 2020). Akurasi kemampuan penglihatan komputer (*computer vision*) dalam mendeteksi objek sangat bergantung pada data pelatihan. Sehingga perlu didukung oleh data pelatihan yang masif. Hal ini tentunya menyebabkan kebutuhan akan perangkat lunak maupun perangkat keras dengan kemampuan dan spesifikasi cukup besar. Citra produk industri pada basis data sendiri dapat terdiri dari berbagai macam model dengan kecacatan yang bervariasi juga. Sehingga dikembangkan aplikasi pendeteksi objek untuk meningkatkan kinerja inspeksi produk. Pengembangan

aplikasi dengan mengaplikasikan kemampuan penglihatan komputer menggunakan *artificial intelligence* yaitu *deep learning*. Harapan dari penelitian ini nantinya dapat membantu perusahaan terutama departemen pengendalian kualitas untuk melakukan inspeksi produk pada rantai produksi secara mendekati *real-time*. Sehingga efisiensi dan efektivitas kegiatan inspeksi produk dapat dicapai.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah merupakan masalah yang muncul pada penelitian ini yang kemudian dirumuskan menjadi sebuah pertanyaan. Berikut ini merupakan rumusan masalah.

1. Bagaimana aplikasi deteksi objek yang dapat mengidentifikasi kecacatan produk sebagai pengganti manusia untuk kegiatan inspeksi produk pada perusahaan?
2. Apa pembaharuan yang ditemukan pada pengembangan aplikasi untuk mendeteksi objek yang dapat mengidentifikasi kecacatan produk sebagai pengganti manusia untuk kegiatan inspeksi produk pada perusahaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan jawaban dari rumusan masalah yang menjadi hasil akhir dari penelitian. Berikut ini adalah tujuan penelitian.

1. Menghasilkan aplikasi deteksi objek yang dapat mengidentifikasi kecacatan produk sebagai pengganti manusia untuk kegiatan inspeksi produk pada perusahaan.
2. Mengetahui pembaharuan yang ada pada pengembangan aplikasi untuk mendeteksi objek yang dapat mengidentifikasi kecacatan produk sebagai pengganti manusia untuk kegiatan inspeksi produk pada perusahaan.

Berdasarkan perbandingan tinjauan pustaka di atas yang kemudian disesuaikan dengan tujuan dari penelitian ini. Maka dapat disimpulkan.

1. Kegiatan inspeksi yang dilakukan dengan manual memiliki berbagai macam kendala dan keterbatasan.
2. Kegiatan inspeksi yang dilakukan dengan manual membutuhkan tenaga (operator) ahli dengan jumlah yang banyak sehingga tidak efisien mengingat perbedaan persepsi antara operator serta *human error* sangat mungkin terjadi.
3. Otomatisasi kegiatan inspeksi produk menggunakan *artificial intelligence* namun terkendala pemilihan algoritma karena membutuhkan eksperimen secara intensif dan komprehensif.
4. Informasi yang disampaikan harus dapat menjelaskan kondisi produk dengan baik dan jelas sehingga tersampaikan dengan baik ke pihak terkait.

BAB III

METODOLOGI

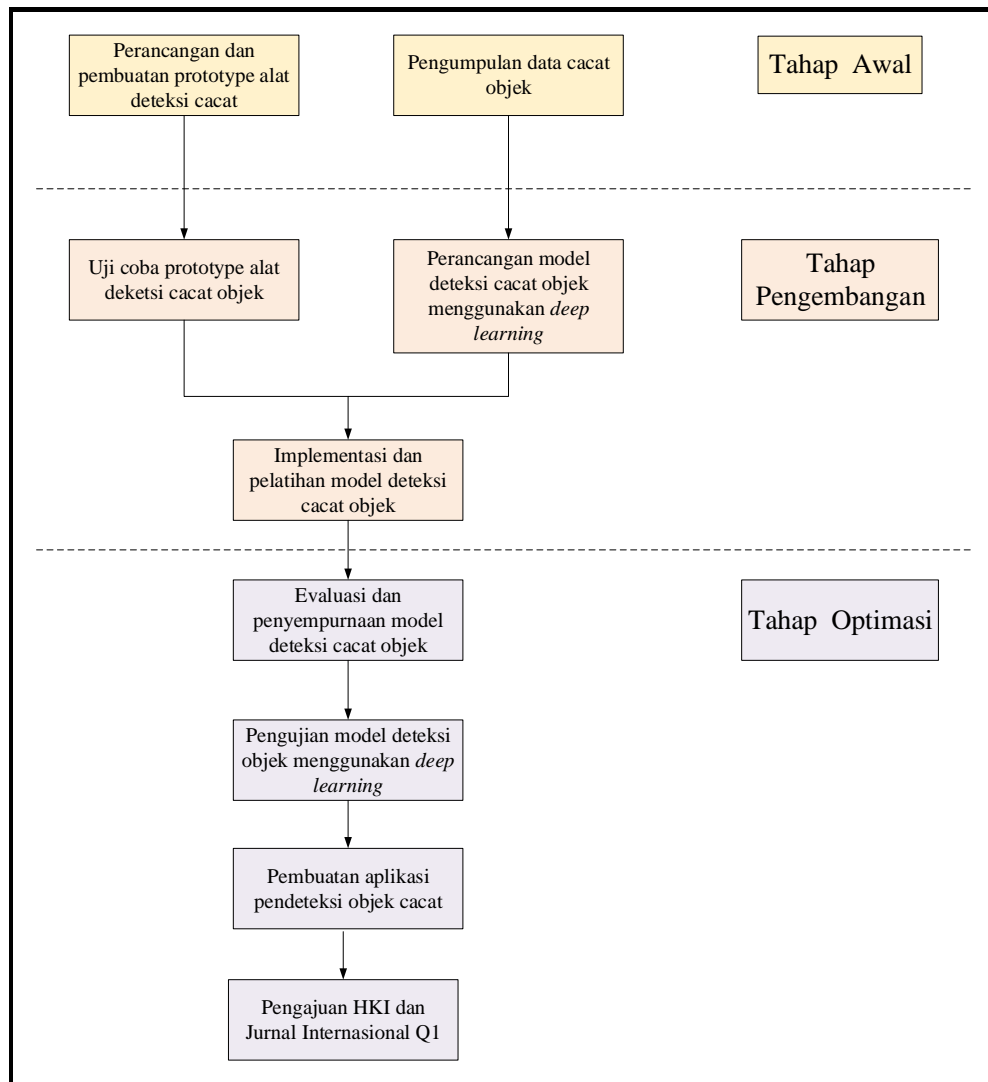
3.1 Motivasi

Industri manufaktur memiliki berbagai macam produk yang ada di dalamnya. Dalam upaya pemenuhan kualitas yang tinggi serta menjaga kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan maka mendeteksi produk yang cacat sedini mungkin merupakan aspek yang penting. Sehingga motivasi dari disertasi ini adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan aplikasi pendeteksi cacat pada produk ini didasari keinginan peneliti untuk meningkatkan kinerja pengendalian kualitas pada industri manufaktur sehingga dapat membantu menjaga kualitas produk serta efisiensi dalam kegiatan pengendalian kualitas.
2. Untuk meminimalisir pemborosan waktu, bahan baku, biaya dan sumber daya lainnya karena deteksi cacat pada produk dilakukan sedini dan secepat mungkin.
3. Meningkatkan efisiensi pada kegiatan inspeksi produk dengan menerapkan otomatisasi melalui aplikasi yang dikembangkan.
4. Mengintegrasikan teknologi yang sedang berkembang seperti *artificial intelligence* dengan industri manufaktur sehingga tercipta manufaktur cerdas yang akan berakibat pendapatan profit perusahaan yang optimal.
5. Memberikan kontribusi pemahaman dan pengembangan teknologi baru dalam deteksi objek sehingga bisa menjadi referensi untuk pembaca serta penelitian selanjutnya.

3.2 Alur Kerja Riset

Alur kerja riset digambarkan melalui diagram alir. Tujuannya agar penelitian dapat terstruktur sehingga tidak ada tahapan penelitian yang terlewat. Secara umum berikut ini merupakan diagram alir penelitian ini.



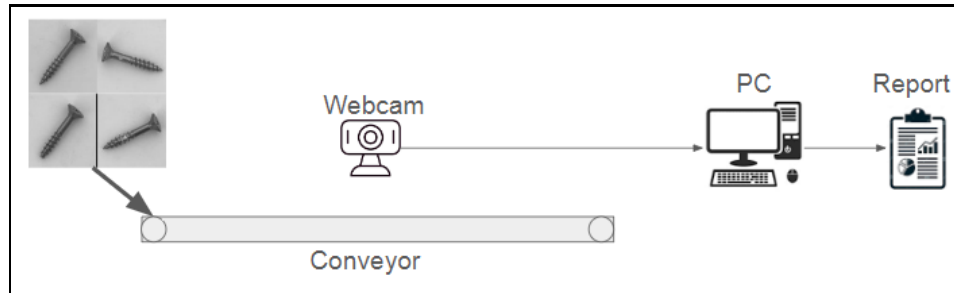
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian di atas menggambarkan alur penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini adalah penjelasan dari diagram alir penelitian di atas.

1. Tahap Awal

Kegiatan yang dilakukan pada tahap awal ini adalah merancang dan membuat prototype alat deteksi cacat dan pengumpulan data cacat objek. Prototype alat ini menggunakan ban berjalan dengan motor listrik sebagai penggeraknya dengan alat pencahayaan yang cukup. Alat ini nantinya digunakan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan untuk melakukan perancangan dan pelatihan model deteksi cacat objek. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan pada penelitian ini. Data bisa berupa data primer dan data sekunder ataupun keduanya bergantung pada kebutuhan

penelitian yang akan dilakukan. Data primer dikumpulkan dengan memotret objek pada ban berjalan menjadi citra baik citra bergerak maupun citra tak bergerak yang akan menjadi satu kesatuan yaitu *dataset*. Data primer dikumpulkan menggunakan alat yang dirancang seperti di bawah ini.



Gambar 3.2 Rancangan Prototipe Alat

Gambar 3.2 di atas menggambarkan rancangan alat yang akan dikembangkan. Alat tersebut pertama digunakan sebagai media untuk pengambilan data primer yaitu data citra dari objek yang akan dideteksi. Objek berupa sekrup akan berjalan melalui ban berjalan (*conveyor*) yang nantinya akan ditangkap gambarnya oleh *webcam* atau kamera yang terhubung dengan komputer untuk menyimpan gambar tersebut untuk kebutuhan pelatihan model. Sedangkan data sekunder dikumpulkan melalui *website kaggle* maupun *website* atau jurnal lain yang sejenis. Hasil dari akuisisi citra ini akan digunakan untuk pelatihan dan pengujian data. Sampel yang diambil adalah objek berupa sekrup yang terdapat kecacatan. Data tersebut kemudian dikumpulkan menjadi sebuah dataset yang akan digunakan untuk melatih model. Data-data yang diambil kemudian dikelompokkan menjadi beberapa kelas sesuai dengan jenis cacat yang ada pada sekrup tersebut. Luaran pada tahap ini adalah pengajuan HKI untuk prototipe alat pendeteksi cacat objek yang dirancang.

2. Tahap Pengembangan

Tahap ini terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan. Pertama adalah melakukan uji coba prototipe alat deteksi cacat objek yang digambarkan pada gambar 3.2 di atas. Uji coba dilakukan dengan menyesuaikan tinggi kamera, tingkat pencahayaan, kecepatan ban berjalan serta pengaturan tempat ban berjalan untuk menjaga efektivitas dan efisiensi dalam mendeteksi objek. Kedua adalah merancang model untuk mendeteksi cacat objek dengan

menggunakan *deep learning*. Sebelum melatih data dilakukan *preprocessing* terlebih dahulu. Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan website roboflow. *Preprocessing* dilakukan mengoptimalkan pelatihan dengan menganotasi citra untuk menandai bagian penting dari citra (region of interest), menyamakan orientasi citra, mengubah ukuran citra agar sama, memperbanyak variasi data dengan augmentasi, dan generalisir data sehingga menjadi satu kesatuan dataset yang lebih siap untuk dilatih.

Setelah *preprocessing* dilakukan maka diharapkan pelatihan data yang dilakukan lebih optimal. Pelatihan data dilakukan untuk melatih model mengenali citra yang akan dideteksi sehingga pada penerapannya mendapatkan hasil deteksi yang akurat dan optimal. Pelatihan data dilakukan dengan menggunakan salah satu algoritma dari teknologi kecerdasan artifisial yaitu *deep learning* dengan bahasa pemrograman yang digunakan adalah python. Pada pelatihan data ini juga akan mendapatkan nilai pengukuran evaluasi (measurment evaluation) berupa *accuracy*, *recall* and *precision*, dan *mean average precision* (MAP). Pada umumnya pelatihan harus memiliki jumlah data (dalam hal ini adalah citra) yang lebih banyak dibandingkan pengujian.

3. Tahap Optimasi

Tahap pengembangan telah dilakukan kemudian masuk ke tahap optimasi. Tahap ini terdapat kegiatan yaitu evaluasi dan penyempurnaan model deteksi cacat objek. Evaluasi dan penyempurnaan dilakukan agar fitur yang ada pada aplikasi yang akan dikembangkan dapat ditampilkan dengan maksimal. Fitur yang akan ditambahkan pada model pendeteksi objek berupa kemampuan komputer untuk secara otomatis menyimpan hasil deteksi menjadi sebuah basis data. Sehingga nantinya data tersebut dapat menjadi acuan bagi departemen terkait untuk inovasi ke depannya. Setelah pelatihan data dilakukan, maka selanjutnya adalah pengujian data. Pengujian data dilakukan untuk menguji model sejauh mana dapat mendeteksi cacat dari suatu produk. Pada pengujian data dilakukan dengan mengunggah data secara acak selain data yang digunakan pada pelatihan. Pada akhirnya akan menampilkan output

model dalam mendeteksi cacat pada produk. Setelah itu maka dibangun aplikasi yang mampu mendeteksi cacat produk pada industri secara real time. Aplikasi ini nantinya akan menampilkan hasil deteksi dari produk yang bergerak. Informasi yang disampaikan antara lain kondisi dari produk cacat atau tidak serta bagian mana yang cacat akan ditandai oleh *bounding box*. Hal ini akan dengan cepat membantu operator mengetahui cacat jenis apa yang terjadi. Sehingga dapat ditindaklanjuti sesegera mungkin yang secara tidak langsung juga membantu dalam pengambilan keputusan. Target penelitian ini adalah pengajuan HKI serta publikasi artikel/jurnal ilmiah internasional bereputasi (Q1 ; IEEE Access).

3.3 Pendekatan

Pendekatan yang dilakukan adalah dengan menggunakan teknologi *artificial intelligence* dalam mengadopsi kemampuan manusia dalam mendeteksi objek. Pendekatan ini menggabungkan antara pengolahan citra dan *deep learning* dengan memanfaatkan salah satu arsitektur yang dimilikinya. Selain itu diterapkan juga pengukuran evaluasi seperti *precision*, *recall*, dan *mean average precision* (MAP) untuk memastikan model yang dikembangkan dapat digunakan dengan optimal. Nantinya akan dikembangkan sebuah aplikasi yang kemungkinan berbasis web untuk mempermudah pengguna untuk mengambil gambar (bergerak maupun tak bergerak) yang kemudian mengirimnya ke sistem pendeteksi cacat dan menerima hasil deteksi secara *real time*. Hasil deteksi secara *real time* dikehendaki agar produk dapat diperiksa selama proses produksi berlangsung sehingga cacat dapat dideteksi secepat dan seakurat mungkin. Hal ini akan membantu operator untuk melakukan kegiatan inspeksi produk dengan efisien.