



Identifikasi Objek/Produk untuk Proses *Stock Taking* Barang menggunakan Konsep *Object Recognition*

Object/Product Identification for Stock Taking Activities using Object Recognition Concept

Muhammad Nashir Ardiansyah¹, Prafajar Sukksesanno Muttaqin², Murman Dwi Prasetyo¹, Nia Novitasari²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

²Program Studi Teknik Logistik, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

ARTICLE INFO

Article history:

Diterima 31-03-2021

Diperbaiki 25-05-2021

Disetujui 09-06-2021

Kata Kunci:

Stock-taking, Manajemen Pergudangan, YOLO v3, Pengolahan Citra Digital

ABSTRAK

Aktivitas pemeriksaan persediaan atau Stock-taking merupakan aktivitas pemeriksaan barang manual oleh petugas gudang yang dilakukan secara rutin pada aktivitas pergudangan. Aktivitas ini berfungsi untuk menentukan akurasi persediaan dan mengetahui kondisi persediaan sehingga dapat mengurangi resiko kehilangan, kerusakan, dan keausan persediaan. Aktivitas pemeriksaan persediaan termasuk aktivitas yang memerlukan biaya dan waktu yang besar. Selain itu, aktivitas ini juga tak luput dari kesalahan manusia karena aktivitas pengecekan merupakan aktivitas yang membutuhkan ketelitian tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi objek atau produk yang bertujuan untuk menggantikan pemeriksaan manual manusia sehingga proses pemeriksaan jenis dan jumlah barang dapat dilakukan secara otomatis dan presisi. Pengolahan citra digital berbentuk *Object Recognition* digunakan pada penelitian ini untuk menentukan jenis objek dan jumlah objek. Hasil penelitian menunjukkan tingkat deteksi produk tunggal mencapai 90% yang dipengaruhi oleh sudut pengambilan gambar dan tingkat deteksi jumlah objek tunggal mencapai > 81% dengan tingkat pencahayaan yang normal dan sudut pengambilan gambar yang ideal. Diharapkan dengan adanya sistem ini, biaya untuk aktivitas pemeriksaan persediaan dan aktivitas pergudangan secara umum dapat ditekan sehingga efisiensi dan efektivitas dapat dicapai.

ABSTRACT

Stock taking activity is as a routine product inspection activity to check the inventory accuracy and help reduce the risks of stealing, damage, and obsolete inventories. This activity can be categorized as time consuming and expensive activity. In addition, this activity needs a lot of concentration and prone to human errors and mistakes. This study aims to replace human manual inspection in terms of object type and quantity with objects identification to reduce errors, time, and costs. Digital image processing in the form of Object Recognition is used in this study to determine the type of object and the number of objects. The results showed that the detection rate of a single product reached 90% which was influenced by the angle of an image and the detection rate of object quantity reaches 81% in average in real environment with a certain condition. It is expected that costs of inventory inspection and warehousing activities can be reduced, as well as the improvement in terms of efficiency and effectiveness can be achieved.

Keywords:

Stock-taking, Warehouse Management, YOLO v3, Image Processing

1. Pendahuluan

Pengecekan persediaan atau biasa disebut *Stock-taking* adalah aktivitas pemeriksaan barang fisik yang dilakukan untuk menghitung akurasi persediaan (terkait jumlah dan kualitas)

pada persediaan di gudang atau toko retail. Aktivitas ini sangat krusial dalam manajemen pergudangan dan retail untuk mengetahui adanya defisit persediaan barang yang dapat disebabkan oleh kesalahan pencatatan, kerusakan, keausan, dan kehilangan barang [1].

Informasi persediaan barang yang aktual dapat menghindari timbulnya resiko kerugian seperti pemesanan kembali, pengiriman tambahan, dan biaya penggantian barang. Aktivitas pengecekan persediaan termasuk aktivitas yang memerlukan biaya dan waktu yang besar [2]. Pada umumnya, aktivitas pengecekan persediaan dilakukan secara manual dengan mengirim petugas untuk melakukan pengecekan. Frekuensi pengecekan akan bergantung kepada jenis, jumlah, tingkat kepentingan barang, dan kebijakan pergudangan dan persediaan. Aktivitas ini sangat rentan terhadap kesalahan manusia, terlebih lagi jika dikaitkan dengan tingkat kelelahan [3]. Tingkat kesulitan pada aktivitas pengecekan akan bertambah seiring dengan besarnya lokasi penyimpanan, baik dalam segi luas area ataupun tinggi rak.

Seiring dengan kemajuan teknologi, aktivitas pengecekan persediaan telah dibantu oleh peralatan-peralatan berteknologi tinggi yang dapat memudahkan proses pengecekan, mulai dari *barcode scanner* dan *Radio-frequency Identification* (RFID) untuk melakukan proses identifikasi data otomatis [4]. Saat ini, penggunaan teknologi ini sangat bergantung terhadap label *barcode* dan label RFID yang tertempel di setiap produk persediaan. Untuk produk yang berukuran kecil dan renteng, penerapan teknologi ini akan membutuhkan biaya yang tinggi karena kebutuhan jumlah label *barcode* dan RFID. Selain itu, penerapan teknologi ini tidak mampu untuk melakukan verifikasi independen terhadap jumlah dan jenis produk secara mandiri. Salah satu aplikasi teknologi potensial yang dapat menjadi solusi adalah pengolahan citra *digital* (*image processing*) yang dapat mengidentifikasi barang dengan atau tanpa label dan RFID [4]. Identifikasi barang yang dilakukan menggunakan konsep pengolahan citra digital juga lebih luas sehingga dapat mengidentifikasi lebih detil terhadap jenis dan jumlah produk.

Riset ini diajukan untuk penerapan konsep pengolahan citra digital untuk mendeteksi jumlah dan jenis barang sebagai riset awal untuk sistem pemeriksaan persediaan secara otomatis pada aktivitas pergudangan ataupun toko retail. Dengan penerapan teknologi ini, identifikasi produk dapat dilakukan secara lebih akurat, cepat, dan otomatis. Identifikasi produk secara otomatis akan dapat memperbaiki proses pemeriksaan persediaan yang memakan biaya dan waktu yang besar menjadi lebih baik. Proses identifikasi persediaan dapat dirancang dengan frekuensi lebih banyak sehingga menjadi dasar salah satu kebijakan preventif untuk meminimalisir risiko kerusakan, kehilangan, serta pencurian barang.

2. Tinjauan Pustaka dan Kontribusi Penelitian

Pada bagian ini, tinjauan pustaka dibagi menjadi dua sub-bagian yang membahas konteks pengolahan citra digital untuk mendeteksi objek produk retail dan penggunaan framework YOLOv3 dalam pendeteksian objek retail.

2.1 Deteksi objek produk retail menggunakan pengolahan citra digital

Pada umumnya, riset yang berkaitan dengan sistem pemeriksaan barang berbasis pengolahan citra digital menggabungkan dua bidang riset, yaitu konsep *stock-taking* pada manajemen pergudangan dan pengolahan citra digital. Pada literatur pustaka, penelitian-penelitian yang menerapkan

teknologi dalam meningkatkan efisiensi aktivitas pergudangan dan aktivitas pemeriksaan barang.

Penelitian [1] menerapkan konsep *lean* dan implementasi RFID pada manajemen pergudangan. Implementasi konsep *lean* dan penggunaan RFID pada proses pergudangan dapat mempercepat aktivitas pergudangan mulai dari 60%-99%. Penggunaan RFID mampu meningkatkan efisiensi aktivitas pergudangan secara umum.

Konsep *Internet of Things* (IoT) diteliti diterapkan dalam manajemen sistem persediaan dan pergudangan [1]. Penggunaan RFID dan penerapan konsep IoT pada manajemen sistem persediaan dan Pergudangan dapat meningkatkan efisiensi aktivitas pemeriksaan persediaan. Namun, aktivitas pemeriksaan terbatas hanya pada lingkup RFID label sehingga produk yang tidak mempunyai RFID atau tag RFID tidak terlihat tidak dapat dilakukan pengecekan.

Penelitian [5] memaparkan survey mengenai klasifikasi sistem identifikasi produk atau objek yang dibagi menjadi penelitian yang menggunakan *remote sensing technology* dan penelitian yang menggunakan *vision computer*. Pada penelitian yang menggunakan pendekatan *vision computer* dibagi menjadi penelitian yang menggunakan pendekatan berdasarkan penemuan produk yang sama pada rak barang dan penelitian yang menggunakan pendekatan berdasarkan klasifikasi produk.. Pada penelitian berdasarkan penemuan produk yang sama pada rak barang sebagaimana dilakukan pada penelitian [6] yang membahas mengenai metode dalam perhitungan jumlah produk menggunakan gambar yang didapatkan menggunakan kamera dan penelitian [7] yang membahas mengenai metode dalam perhitungan produk dengan menggunakan gambar tunggal dengan mendeteksi pola berulang yang dicocokkan melalui grafik dengan tata letak produk pada planogram.

Pada penelitian yang menggunakan pendekatan berdasarkan klasifikasi produk dilakukan pada beberapa penelitian seperti [8] dan [9]. Penelitian yang menggunakan pendekatan berdasarkan klasifikasi produk dibagi menjadi penelitian pengenalan objek secara langsung tanpa *object detection* sebagaimana dilakukan oleh [10] dan penelitian pengenalan objek setelah dilakukan *object detection* sebagaimana yang dilakukan oleh [11] dan [12].

Identifikasi barang persediaan menggunakan gambar dan konsep *Deep Learning* juga telah dilakukan untuk mengidentifikasi produk [2]. Implementasi *Image Processing* dengan konsep *Deep Learning* dapat mengidentifikasi produk dengan tingkat akurasi yang cukup baik melebihi kemampuan deteksi manusia. Penelitian [18] juga mengeksplorasi penggunaan *deep learning* khususnya jaringan saraf konvolusional untuk meningkatkan proses *stock taking* di toko ritel menggunakan YOLOv2 dan YOLOv3. Penelitian [19] membahas mengenai deteksi objek dalam memantau jumlah produk pada rak, melengkapi produk yang hilang, dan mencocokkan dengan planogram secara kontinyu menggunakan YOLOv2. Penelitian ini masih dalam tahap laboratorium yang menggunakan objek tunggal dan lingkungan laboratorium.

Secara umum, aktivitas pemeriksaan persediaan dilakukan menggunakan teknologi *barcode* dan RFID. Namun, penerapan teknologi ini dalam pemeriksaan persediaan sangat terbatas dengan label *barcode* dan alat RFID. Untuk dapat melakukan pemeriksaan lebih dalam, diperlukan metode yang

dapat melakukan indentifikasi dan perhitungan barang secara independen dengan atau tanpa tergantung label atau alat RFID. Penelitian menggunakan konsep *Object Recogintion* sudah diterapkan pada beberapa penelitian menggunakan beberapa framework seperti YOLOv3, RetinaNet, dan Framework lain, namun penelitian-penelitian tersebut belum menggunakan aplikasi pendeteksian objek untuk pendeteksian objek dan perhitungan objek jamak secara simultan. Penelitian ini mempunyai kontribusi dalam implementasi konsep *Object Recognition* dalam perhitungan objek atau produk jamak yang dapat diaplikasikan pada industri jasa retail dan logistik. Selain itu, penelitian ini juga berusaha mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses identifikasi objek.

2.2 Deteksi objek menggunakan Framework YOLOv3

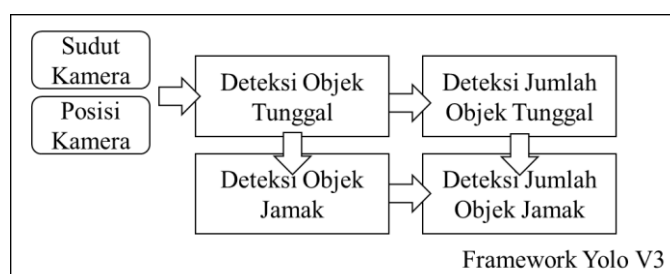
Salah satu framework yang sering digunakan untuk deteksi objek adalah YOLOv3. Penggunaan framework ini telah dilakukan pada beberapa penelitian untuk melakukan deteksi pada buka tutup pintu *Mass Rapit Transportation* (MRT) [14], deteksi kendaraan secara visual [15], deteksi pelat nomor kendaraan secara otomatis [16], deteksi objek untuk aplikasi kebersihan [17] dan deteksi serangga dalam rangka penanggulangan hama [18]. Framework YOLO juga digunakan untuk pengindentifikasian objek retail [13]. Penelitian ini menggunakan framework YOLOv2 yang merupakan versi sebelumnya dari YOLOv3.

Penelitian yang paling relevan penelitian yang kami ajukan adalah penelitian [13] yang mendeteksi objek pada rak menggunakan framework YOLO. Pada penelitian ini diidentifikasi berbagai produk retail menggunakan YOLOv2 yang menghasilkan hasil identifikasi yang baik. Namun, pada penelitian ini belum diidentifikasi faktor-faktor yang dapat menentukan karakteristik deteksi. Selain berusaha untuk mengimplementasikan pengolahan citra digital dalam identifikasi objek, penelitian kami berusaha untuk mengidentifikasi aspek-aspek penting yang dapat menentukan keberhasilan deteksi produk.

3. Metode Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pendeteksian objek menggunakan teknologi pengolahan citra digital - konsep *Object Recogintion*. Pendeteksian objek dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsep dan tahapan deteksi objek

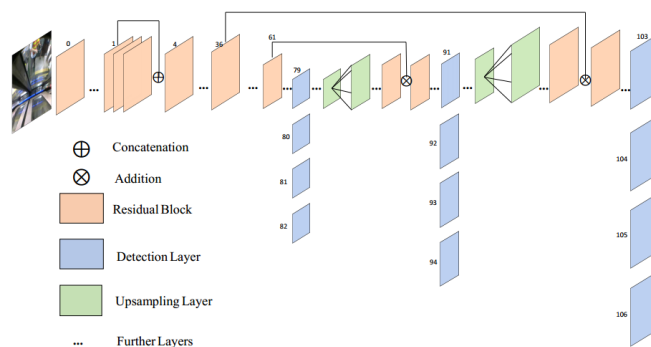
Identifikasi objek dimulai dengan identifikasi objek dengan objek tunggal dengan beberapa kondisi pengambilan gambar untuk mendeteksi kondisi ideal pengambilan gambar. Pada tahapan ini, akurasi deteksi akan diperiksa dengan skenario deteksi objek tunggal pada gambar dengan objek jamak. Pada langkah selanjutnya, deteksi objek jamak dilakukan dengan mendeteksi lebih dari satu objek secara bersamaan pada satu gambar.

Hasil identifikasi objek tunggal dan jamak dengan akurasi yang baik akan digunakan untuk mendeteksi jumlah objek yang sama pada satu gambar. Pada tahap ini, identifikasi jumlah objek dibagi menjadi dua, yaitu identifikasi jumlah objek tunggal pada satu gambar dan identifikasi jumlah objek jamak pada satu gambar. Hasil akhir penelitian ini adalah akurasi deteksi jumlah objek jamak pada satu gambar.

3.2 Aplikasi Pengolah dan Pemroses Gambar

Pemrosesan gambar pada penelitian ini dilakukan dengan framework YOLOv3 yang merupakan program *open source* yang dapat digunakan untuk melakukan deteksi dan klasifikasi objek menggunakan konsep *Deep Learning* [20]. YOLOv3 telah terbukti mempunyai akurasi yang baik dengan proses komputasi yang cepat sehingga dapat mendeteksi objek secara real time menggunakan video. Dibandingkan dengan aplikasi sejenis seperti RetinaNet, YOLOv3 dapat memperoleh *Mean Average Precision (mAP)* sebesar 55.3% pada dataset COCO dengan kecepatan deteksi 35 frame per detik dengan menggunakan *GPU Pascal Titan X*.

YOLOv3 menggunakan konsep Neural Networks sebagai arsitektur utama deteksi objek. YOLOv3 menggunakan struktur jaringan yang dinamakan darknet-53 yang mempunyai lapisan 53 layers. Penambahan 53 layers digunakan untuk proses deteksi sehingga terdapat 106 layers yang digunakan untuk aplikasi convolutional neural networks. Konsep arsitektur YOLOv3 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur YOLOv3 [13]

Arsitektur YOLOv3 mempunyai input berupa gambar yang akan diproses menggunakan konsep CNN. Gambar akan dipecah menjadi grid yang kecil untuk dijadikan input pada setiap layers. Pada setiap grid, terdapat beberapa atribut yang dinamakan *classes* yang berisi parameter untuk prediksi. Proses prediksi dilakukan pada proses training untuk menghasilkan parameter-parameter yang mempunyai tingkat akurasi tinggi. Parameter yang dihasilkan akan digunakan untuk proses testing yang nantinya menghasilkan deteksi produk.

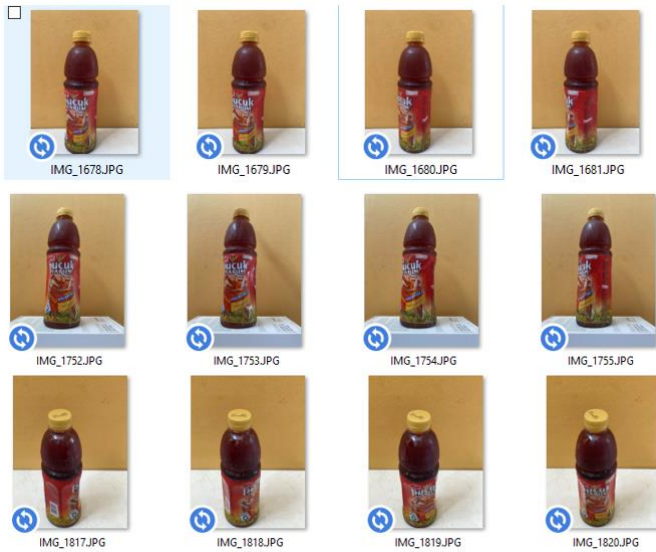
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Dataset gambar

Hasil dari penelitian ini dilakukan dengan beberapa jenis dataset gambar yang diambil secara mandiri baik dengan kamera dalam ruangan terkontrol (laboratorium) dan gambar yang diambil secara acak dari internet untuk menjaga variabilitas sampel. Ringkasan dari sampel *dataset* yang digunakan ditampilkan pada Tabel 1. Contoh pengambilan dataset gambar dengan beberapa jenis sudut pandang pengambilan gambar dan tampilan gambar ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 1. Ringkasan Gambar yang Digunakan untuk Proses Testing

Jenis Objek	Proses Training		Proses Testing	
	Jumlah Gambar	Jenis Tipe Pengambilan Gambar	Jumlah Gambar	Jenis Tipe Pengambilan Gambar
Objek 1	59	5	25	3
Objek 2	65	5	25	3
Objek 3	48	5	25	3







Gambar 3. Contoh sampel gambar

4.2 Hasil deteksi

4.2.1 Deteksi Objek Tunggal bergantung Sudut Ambil

Deteksi objek dilakukan dengan mengubah sudut pandang pengambilan gambar untuk mendapatkan hasil deteksi dengan perspektif lain untuk menghasilkan akurasi yang tinggi pada proses pengolahan data. Hasil deteksi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Hasil Deteksi Produk Berdasarkan Sudut Pandang Pengambilan Gambar

Contoh Gambar	Sudut Pengambilan Gambar	Tingkat deteksi
	Tegak Lurus	100%
	Tegak Lurus dengan rotasi produk 90 derajat	79%
	30-45% dari atas	97%
	30-45% dari atas dengan rotasi produk 90 derajat	59%

Hasil deteksi objek tunggal sangat dipengaruhi oleh gambar yang diambil dan juga sudut pandang pengambilan gambar. Label produk menjadi acuan yang dapat digunakan sebagai pembeda dan pendeteksi objek dengan lingkungan sekitar. Pemrosesan gambar yang mempunyai tingkat deteksi tinggi ditunjukkan. Ringkasan dari tingkat deteksi ditampilkan pada Tabel 3.




Tabel 3. Ringkasan Tingkat Deteksi Objek Tunggal

Jumlah Gambar	Sudut Pengambilan	Rotasi Produk	Rata-rata Tingkat Deteksi
15	Tegak Lurus	0 derajat	99.50%
12	Tegak Lurus	90 derajat	76.01%
11	30-45% dari atas	0 derajat	91.1%
10	30-45% dari atas	90 derajat	55.21%

4.2.2 Deteksi Objek Tunggal pada Gambar Objek Jamak

Pada sub-bagian ini, fokus deteksi terletak pada pencarian suatu objek tertentu pada suatu gambar dengan objek bervariasi. Kondisi ini ditujukan untuk membuktikan keakuratan deteksi suatu produk yang akan dicari pada proses pemeriksaan barang (*Stock Opname*) apabila terdapat beberapa produk lain yang ada disekitar produk pada waktu yang sama. Hasil deteksi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4.
Contoh Hasil Deteksi Produk pada Gambar Objek Jamak

Contoh Gambar	Jumlah Objek	Tingkat deteksi
	3	100%
	4	99.7%
	11	62%

Tingkat deteksi produk dipengaruhi oleh kompleksitas gambar. Tingkat deteksi menurun seiring dengan jumlah objek yang terdeteksi pada gambar. Berdasarkan contoh yang ada pada Tabel 4, tingkat deteksi terendah berada pada level 62% yang dapat dikategorikan kecil pada gambar dengan jumlah objek 11, dibandingkan dengan jumlah 4 objek yang menghasilkan tingkat deteksi sebesar 99,7% dan jumlah 3 objek yang menghasilkan tingkat deteksi sebesar 100%. Tabel 5 menunjukkan ringkasan tingkat deteksi produk pada kondisi jamak.

Tabel 5.
Ringkasan Tingkat Deteksi Produk pada Gambar Objek Jamak

Jumlah Sample	Jumlah Objek dalam gambar	Rata-rata Tingkat Deteksi
20	3-4	99.97%
20	5-7	88.05%
19	8-10	73.2%
21	>11	69.44%





Berdasarkan Tabel 5, hasil penelitian menunjukkan semakin banyak objek dalam gambar, maka akan menghasilkan rata-rata tingkat deteksi yang lebih rendah dibandingkan dengan jumlah objek dalam gambar yang lebih sedikit. Hal ini menunjukkan kompleksitas gambar akan mengurangi tingkat deteksi objek.

4.2.3 Deteksi Multi Objek

Hasil deteksi pada sub-bagian ini difokuskan pada deteksi beberapa objek pada satu gambar. Terdapat tiga objek minuman kemasan yang akan dideteksi pada satu gambar. Tabel 6 menampilkan contoh hasil deteksi multi produk dengan tingkat hasil deteksi.

Deteksi objek jamak dapat dilakukan dengan baik dengan tingkat deteksi yang bervariasi. Gambar yang tersaji pada Tabel 6 menunjukkan hasil deteksi objek yang telah dilakukan. Pada beberapa kondisi, objek dapat dideteksi walau dengan tingkat deteksi menunjukkan presentase dibawah 60%. Hasil ini menunjukkan masih terdapat beberapa kelemahan yang dapat diperbaiki dengan menambah jumlah objek dalam proses “train”.

Tabel 6.
Contoh Hasil Deteksi Multi Produk

Contoh Gambar	Jumlah Objek	Tingkat deteksi
	Teh Pucuk The Sosro Pulpy	100% 100% 98%
	The Sosro Pulpy	44% 74%
	Teh Pucuk The Sosro Pulpy	93% 55% 89%
	The Sosro Pulpy	92% 77%

Secara garis besar, lebih dari 80% objek dapat di deteksi berdasarkan hasil sampel yang kami gunakan dengan rata-rata tingkat deteksi yang bervariasi. Ringkasan tingkat deteksi multi produk dapat dilihat pada Tabel 7. Kompleksitas deteksi objek meningkat pada deteksi multi objek. Seiring dengan hasil yang didapatkan pada sub-bagian 4.2.2, kompleksitas objek pada suatu gambar mempengaruhi hasil deteksi. Gambar dengan latar sederhana mempunyai tingkat deteksi yang tinggi, namun gambar yang diambil dengan latar bervariasi menurunkan tingkat deteksi.


Tabel 7.
Ringkasan Tingkat Deteksi Multi Produk





Jumlah Sample	Jumlah Objek dalam gambar	Rata-rata Deteksi Objek	Rata-rata Tingkat Deteksi
21	2	95.1%	73.12%
20	3	81.6%	67.14%

4.2.4 Deteksi Jumlah Objek Tunggal

Objek jamak dengan tipe objek homogen menjadi fokus dalam hasil segmen ini. Akurasi jumlah objek menjadi tujuan dalam penelitian ini yang berguna untuk melakukan proses perhitungan persediaan produk. Pada Tabel 8 menunjukkan contoh hasil deteksi jumlah objek pada produk homogen.

Tabel 8.
Contoh Hasil Deteksi Jumlah Objek

Contoh Gambar	Presentase Deteksi Jumlah Objek	Rata-rata Tingkat Deteksi per Objek
	3/3 = 100%	99%

Contoh Gambar	Presentase Deteksi Jumlah Objek	Rata-rata Tingkat Deteksi per Objek
	2/2=100%	99.5%
	4/4=100%	98.9%
	5/6=83.33%	79%
	8/8=100%	83%

Akurasi dari deteksi jumlah objek dapat secara akurat dideteksi diatas 80% pada kategori gambar homogen yang cukup kompleks. Hal ini juga didukung dengan implementasi pada situasi riil menggunakan gambar yang diambil secara acak dari internet. Resolusi hasil gambar dapat menurunkan tingkat deteksi jumlah objek.

Deteksi jumlah objek akan mengalami penurunan sangat drastis pada gambar berisi produk heterogen yang kompleks. Pada skenario ini, banyak faktor yang dapat diidentifikasi dapat menurunkan tingkat deteksi objek sehingga jumlah objek yang diidentifikasi berkurang dari yang seharusnya. Hasil ringkasan tingkat deteksi produk jamak dapat dilihat pada Tabel 9. Kompleksitas gambar menjadi salah satu aspek yang menentukan kemampuan deteksi objek dan jumlah objek.

Tabel 9. Ringkasan Tingkat Deteksi Produk Jamak





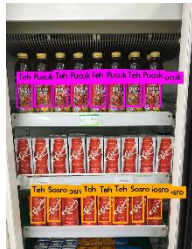
Jumlah Sample	Jumlah Objek dalam gambar	Rata-rata Deteksi Objek	Rata-rata Tingkat Deteksi
15	< 5	83.7%	89%
17	> 5	64%	67%

4.2.5 Deteksi Jumlah Objek Jamak

Pada sub-bagian ini, pengujian dilakukan pada skala laboratorium dengan jenis sampel gambar yang digunakan bersumber dari pengambilan gambar internal.

Deteksi jumlah objek dapat dilakukan dengan baik walau dalam skala sampel laboratorium. Sesuai dengan hasil deteksi jumlah pada Tabel 10, tingkat deteksi jumlah objek dapat dilakukan dengan akurasi diatas 80%. Gambar terakhir pada Tabel 9 merupakan gambar riil yang diambil pada salah satu minimarket. Hasil positif ditunjukkan dengan tingkat deteksi jumlah dua objek berbeda diatas 90%. Terdapat varian berbeda dari salah satu produk yang secara akurat tidak dideteksi oleh sistem.

Tabel 10. Contoh Hasil Deteksi Jumlah Objek Jamak

Contoh Gambar	Presentase Deteksi Jumlah Objek	Tingkat deteksi
	Teh Pucuk: 2/2 The Sosro: 2/2 Pulpy: 1/1	Teh Pucuk: 91% The Sosro: 82% Pulpy: 92%
	Teh Pucuk: 1/1 The Sosro: 2/2 Pulpy: 1/1	Teh Pucuk: 65% The Sosro: 91.5% Pulpy: 92%
	Teh Pucuk: 1/1 The Sosro: 1/2 Pulpy: 2/2	Teh Pucuk: 66% The Sosro: 56% Pulpy: 75%
	Teh Pucuk: 2/2 The Sosro: 2/2 Pulpy: 1/2	Teh Pucuk: 87% The Sosro: 91% Pulpy: 84%
	Teh Pucuk: 8/8 The Sosro: 7/8 *the sosro varian berbeda tidak terdeteksi	Teh Pucuk: 92% The Sosro: 87%

5. Kesimpulan dan Diskusi

Penelitian ini dapat menunjukkan bahwa konsep citra digital – *Object Recognition* menggunakan framework YOLO v3 dapat digunakan untuk melakukan deteksi objek dan jumlah objek yang dapat digunakan untuk kegiatan *stock taking* pada aktivitas di gudang.

Pada deteksi objek tunggal, tingkat deteksi yang baik (>90%) dapat dihasilkan dengan kondisi pengambilan gambar dengan label produk terlihat baik. Label produk menjadi salah satu faktor utama yang dapat membedakan antara satu produk dengan produk lain. Penurunan terjadi pada tingkat akurasi deteksi objek jamak (> 80%). Deteksi objek juga dipengaruhi oleh kompleksitas gambar dimana terdapat banyak objek yang menjadi latar belakang objek yang menjadi fokus.

Tingkat deteksi jumlah objek juga dapat dilakukan dengan cukup baik pada objek tunggal dengan akurasi jumlah deteksi

diatas 83%. Kompleksitas deteksi meningkat pada deteksi jumlah objek jamak yang memiliki komposisi gambar yang kompleks. Hal ini menurunkan tingkat deteksi pada deteksi jumlah objek jamak menjadi diatas 80%.

Hasil kurang memuaskan dalam tingkat deteksi terjadi apabila gambar yang diambil mempunyai objek heterogen dan situasi kompleks. Hal ini dapat dipengaruhi oleh jumlah objek dan variasi scenario objek pada saat proses *training* model.

Penelitian ini merupakan salah satu tahapan dari skema penelitian identifikasi objek (produk persediaan pada gudang) dalam rangka menurunkan biaya penanganan gudang dan biaya logistik secara umum. Salah satu tahapan yang dapat dilakukan dalam rangka meneruskan penelitian ini adalah penggunaan hasil penelitian untuk mendesain algoritma deteksi produk dengan sudut pandang jamak untuk mengatasi permasalahan label produk yang tertutupi oleh produk yang ada didepannya. Hal ini ditujukan untuk meningkatkan akurasi jumlah deteksi produk.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat terlaksana didukung oleh hibah penelitian dana terapan (PDT) tahun 2020 yang berasal dari Universitas Telkom.

Referensi

- [1] J. C. Chen, C.-H. Cheng, P. B. Huang, K.-J. Wang, C.-J. Huang and T.-C. Ting, "Warehouse management with lean and RFID application: a case study," *International Journal Advance Manufacturing Technology*, vol. 69, no. 4, pp. 531-542, 2013.
- [2] B. S. S. Tejesh and S. Neeraja, "Warehouse inventory management system using IoT and open source framework," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 57, pp. 3817-3823, 2018.
- [3] T. Kawanaka and T. Kudo, "Inventory Satisfaction Discrimination Method Utilizing Images and Deep Learning," *Procedia Computer Science*, vol. 126, pp. 937-946, 2018.
- [4] G. Richards, *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, Kogan Page Publishers, 2011.
- [5] C. G. Melek, E. B. Sonmez and S. Albayrak, "A survey of product recognition in shelf images," in *International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, Antalya, Turkey, 2017.
- [6] S. Liu and H. Tian, "Planogram Compliance Checking Using Recurring Patterns," in *IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)*, Miami, FL, USA, 2015.
- [7] N. Kejriwal, S. Garg and S. Kumar, "Product counting using images with application to robot-based retail stock assessment," in *IEEE International Conference on Technologies for Practical Robot Applications (TePRA)*, Woburn, MA, USA, 2015.
- [8] G. Varol and R. S. Kuzu, "Toward retail product recognition on grocery shelves," in *Sixth International Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP 2014)*, Beijing, China, 2014.
- [9] G. Varol, R. S. Kuzu and Y. S. Akgiil, "Product placement detection based on image processing," in *2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Trabzon, Turkey, 2014.
- [10] M. Merler, C. Galleguillos and S. Belongie, "Recognizing Groceries in situ Using in vitro Training Data," in *2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Minneapolis, MN, USA, 2007.
- [11] İ. Baz, E. Yoruk and M. Çetin, "Retail product recognition with a graphical shelf model," in *2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Antalya, Turkey, 2017.
- [12] S. Advani, B. Smith, Y. Tanabe, K. Irick, M. Cotter, J. Sampson and V. Narayanan, "Visual co-occurrence network: using context for large-scale object recognition in retail," in *2015 13th IEEE Symposium on Embedded Systems For Real-time Multimedia (ESTIMedia)*, Amsterdam, Netherlands, 2015.
- [13] E. S. a. L. D. S. A. Tonioni, "A deep learning pipeline for product recognition on store shelves," in *2018 IEEE International Conference on Image Processing, Applications and Systems (IPAS)*, Sophia Antipolis, France, 2018.
- [14] E. B. S. a. S. A. C. G. Melek, "Object Detection in Shelf Images with YOLO," in *IEEE EUROCON 2019 -18th International Conference on Smart Technologies*, Novi Sad, Serbia, 2019.
- [15] Y. Dai, W. Liu, H. Li and L. Liu, "Efficient Foreign Object Detection Between PSDs and Metro Doors via Deep Neural Networks," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 46723-46734, 2020.
- [16] K. L. M. Wang, "YOLOv3-MT: A YOLOv3 using multi-target tracking for vehicle visual detection," *Applied Intelligence*, 2021.
- [17] Y. Z. J. Y. X. J. T. H. H. F. Z. C. Yongjie Zou, "License plate detection and recognition based on YOLOv3 and ILPRNET," *Signal, Image and Video Processing*, 2021.
- [18] P. G. N. S. T. P. P. S. G. Hiteshkumar, "Cleanliness Automation: YOLOv3," in *2021 6th International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, Maharashtra, India, 2021.
- [19] J. Z. N. L. K. Li, "Insect Detection and Counting Based on YOLOv3 Model," in *2021 IEEE 4th International Conference on Electronics Technology (ICET)*, Chengdu, China, 2021.
- [20] S. D. R. G. a. A. F. J. Redmon, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," in *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Las Vegas, NV, USA, 2015.