

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini perkembangan teknologi dengan tujuan pengawasan dan keamanan sudah semakin marak dan semakin diperlukan fitur-fitur penting untuk produk-produk pengawasan tersebut. Salah satu perkembangan teknologi yang banyak diminati yaitu pengenalan wajah. Pengenalan wajah merupakan suatu kunci penting dalam teknologi pengawasan dan keamanan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya *smartphone* yang menggunakan pendeteksian wajah demi mengakses telepon genggam tersebut. Kami bertujuan untuk mengimplementasikan pengenalan wajah dan juga perhitungan banyaknya orang dalam suatu kumpulan orang kepada suatu *drone*. Pada masa ini, pengawasan masih banyak dilakukan oleh pihak keamanan yang mengecek lingkungan secara manual dengan menghampiri orang-orang dan mengecek sekumpulan orang-orang tersebut. Pendeteksian *crowd* yang ada pada *drone* pun umumnya hanya dapat mendeteksi apakah *crowd* tersebut terlalu banyak orang atau tidak dan tidak dapat menghitung berapa orang yang ada pada jangkauan kamera tersebut.

Teknologi pesawat udara tanpa awak (PUTA) atau *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)* atau biasa disebut *Drone* adalah pesawat yang dapat dikendalikan oleh seseorang. *Drone* dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan remot kontrol yang sudah terkoneksi dengan *drone*. *Drone* yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dapat digunakan untuk mengakses wilayah yang sulit diakses oleh manusia [1].

Teknologi yang kami kembangkan bertujuan untuk mendeteksi suatu wajah yang ada dalam dataset pelatihan atau *Train Datasets*. Pendeteksian wajah tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi seseorang yang sudah memasuki suatu area atau wilayah terlarang. Hal ini dapat digunakan untuk memberikan kepastian akan keamanan tanpa harus ada seseorang yang mendeteksi wajah tersebut secara dekat. Untuk fungsi kedua *drone* tersebut dapat menghitung banyaknya jumlah orang-orang yang berada pada suatu *crowd* atau disebut juga *crowd counting*. Hal ini beralasan lantaran untuk dapat menghitung suatu kumpulan orang dapat memakan waktu yang lambat jika dilakukan secara manual dan dapat memungkinkan *error* terjadi seperti terhitungnya orang yang sama secara lebih dari satu kali. Tujuan utama dari *drone* ini yaitu dapat mendeteksi atau mencari suatu wajah orang yang dicari yang berada dalam sekumpulan orang. Hal ini dapat membantu proses pencarian orang buronan yang

bersembunyi dalam sekumpulan orang, atau juga sekedar mencari orang yang diinginkan yang berada dalam suatu kumpulan orang.

Mengaplikasikan sebuah sistem pengenalan wajah, pengenalan bentuk manusia, penghitungan jumlah manusia menggunakan *drone* merupakan tahap awal. Masalahnya adalah pembuatan sistem-sistem tersebut agar menjadi sistem yang efektif dari kamera *drone* yang berada di atas orang-orang. Pendeteksian wajah akan lebih sulit dikarenakan *angle* kamera dan juga orang-orang yang selalu bergerak secara konstan [2]. Pendeteksian wajah dan juga bentuk manusia juga mendapat sebuah halangan dikarenakan *drone* selalu berada di udara dan juga *drone* akan secara konstan mendeteksi bentuk orang-orang yang bergerak.

1.1 Informasi Pendukung Masalah

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan atau Permenhub Nomor 37 Tahun 2020, BVLOS adalah kaidah pengoperasian PUTA dimana *remote pilot* atau *observer* tidak dapat mempertahankan kontak visual dengan PUTA secara langsung dengan memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan, setiap penerbangan *drone* harus memiliki pilot yang bertanggung jawab untuk mengontrol, pengoperasian PUTA dapat mempertahankan kontak visual dengan PUTA secara langsung tanpa menggunakan alat bantu, Operator Pesawat Udara Tanpa Awak untuk selanjutnya disebut operator (*remot pilot operator*) adalah pihak yang mencakup instansi pemerintah, BUMN, swasta maupun perorangan yang bertanggung jawab sebagai individu ataupun mewakili instansi dalam menjalankan tugas/usaha/kegiatannya memanfaatkan teknologi pesawat udara tanpa awak [3]. *Face recognition* dapat meningkatkan sistem keamanan dan pengawasan yang tinggi. Aplikasi *face recognition* dipakai oleh berbagai sektor seperti, penegakan hukum, pos pemeriksaan imigrasi, investigasi forensik, pelacakan kehadiran, dan lain-lain [3].

Fungsi pengenalan wajah sangat sederhana dan ketika mengetahui bahwa seseorang hilang atau telah terjadi pencurian, *Drone* akan menangkap gambar atau *video* di lokasi tertentu, kemudian *Drone* menyesuaikan posisinya untuk menangkap gambar dari *angle* yang lebih efektif agar program dapat bekerja semaksimal mungkin. Sistem membandingkan gambar yang diambil dengan gambar di *dataset*, jika kedua gambar serupa, maka *output* diberikan kepada pengguna. Jika tidak cocok maka proses kembali dilakukan untuk mencari wajah lain yang tertangkap kamera *drone* [4].

Analisis dari *public events* akhir-akhir ini semakin diperlukan sebagai salah satu riset untuk agensi-agensi sekuriti, polisi dan juga *crisis management teams* untuk menghindari

suatu kondisi dan situasi krisis yang memang dapat membahayakan masyarakat yang ada pada suatu *crowd*. *Crowd detection technologies* dapat mencegah kejadian-kejadian yang tak diinginkan tersebut terjadi dengan cara mendeteksi seberapa banyak dan seberapa padat nya kumpulan tersebut. Metode ini telah diaplikasikan sebelumnya terhadap kamera dengan *fixed angle*, namun metode ini masih kurang efektif untuk mendeteksi dari berbagai *angle*. *Drone* dapat mengatasi masalah ini dengan mudah dikarenakan *drone* yang memang dapat bergerak bebas dan mendapatkan gambar dari berbagai sudut [5].

Sistem *Drone* dan juga kamera *CCTV* yang baik dapat mencegah situasi berbahaya yang melibatkan sekumpulan orang yang berada pada suatu tempat. Kerumunan tersebut dapat menyebabkan bencana yang tidak diinginkan dikarenakan personel keamanan yang terbatas. Teknik visi komputer merupakan salah satu hal yang dapat menjadi solusi dengan cara menyelesaikan komputasi yang kompleks dengan menggunakan algoritma komputasi yang sudah dibuat untuk hal tersebut [6].

Menurut (ICACCS), *YOLO v3* dengan penurunan kedalaman convolutional layer, adalah versi lain yang disebut *YOLO v3-Tiny*. Dulu diusulkan oleh Joseph Redmon. Oleh karena itu, lari kecepatan meningkat secara signifikan (sekitar 442% lebih cepat daripada varian *YOLO* sebelumnya), tetapi akurasi deteksi adalah berkurang. Arsitektur *Darknet-53* dari *YOLO v3* mempekerjakan beberapa lapisan konvolusi 1x1 bersama dengan konvolusi 3x3 lapisan untuk mengekstrak fitur. *YOLO v3-Tiny* menggunakan pooling layer dan mengurangi angka untuk convolution layer. Dia memprediksi tensor tiga dimensi yang mengandung objektivitas skor, kotak pembatas, dan prediksi kelas pada dua yang berbeda timbangan. Ini membagi gambar menjadi sel grid $S \times S$. Untuk akhir deteksi, kami akan mengabaikan kotak pembatas yang skor objektivitas tidak terbaik. Untuk mengekstrak fitur, lapisan konvolusi dan lapisan max pooling digunakan dalam pengaturan *feed forward YOLO v3-Tiny* [8].

Pengembangan *Deep Neural Network (DNN)* dan penerapannya ke dalam sistem pengenalan wajah mendorong pengenalan lebih jauh ke depan. *DNN* dapat mengekstrak fitur yang lebih beragam secara efektif dari input yang tidak mungkin dilakukan oleh Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau metode statistik lainnya. *DNN* adalah versi lanjutan dari JST dengan banyak lapisan tersembunyi di dalamnya. Dengan beberapa kelemahan, semakin banyak lapisan tersembunyi di jaringan *DNN*, semakin kuat fitur yang dapat diekstraksi [9].

Arsitektur sistem absensi pintar yang digunakan dalam pekerjaan ini sederhana dan mudah dipahami. Untuk memulai, kita memerlukan *Raspberry Pi Model B 3*. Kemudian kita

membutuhkan kamera dan motor servo untuk Raspberry pi untuk mengontrol berbagai arah. Itu harus diikat ke tempat yang sesuai di ruang kelas dari mana ia dapat menutupi seluruh ruang kelas dengan kamera. Gambar ditingkatkan untuk digunakan lebih lanjut ketika kamera memotret semua siswa. Disini gambar ditransformasikan menjadi gambar abu-abu kemudian disamakan dengan metode histogram [7].

1.3 Analisis Umum

1.3.1 Aspek Ekonomi

Drone bukanlah hal yang dapat didapatkan secara cuma-cuma. Namun, *drone* dengan kamera yang dapat diandalkan dapat didapatkan dengan harga yang relatif murah. *Drone* juga harus dihubungkan pada suatu perangkat komputer yang cukup kuat untuk melakukan komputasi pengenalan pola dan juga pelatihan *dataset*. Oleh karena faktor-faktor ini, proyek ini dapat memerlukan modal yang cukup besar tergantung dengan perangkat yang digunakan sesuai keperluan peminat. Jika menggunakan *CCTV* mungkin dapat memerlukan cost yang lebih murah, namun untuk mencakupi berbagai sudut suatu tempat diperlukan banyak *CCTV* untuk melakukan hal tersebut. Sehingga, dapat memakan cost yang lebih tinggi. Sedangkan dengan menggunakan *drone*, bergantung dengan resolusi kamera dan komputer yang digunakan untuk memproses program tersebut dapat melakukan pengawasan suatu tempat hanya dengan menggunakan beberapa *drone*. *Drone* yang digunakan memiliki harga Rp. 5.000.000 - Rp.15.000.000. Sedangkan harga *CCTV* Rp.2.500.000 - Rp.4.000.000, namun jika menggunakan *CCTV* diperlukan beberapa buah agar bisa mencakup seluruh area dan memiliki mobilitas yang minim.

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas

Dalam perancangan dan pengembangan sistem ini membutuhkan tenaga kerja yang memiliki keahlian *Deep Learning*, Python, Data Sains, skill dasar pengoperasian *drone*.

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam perancangan diantaranya :

1. *Drone* sebagai alat utama penggerak kamera dan juga sebagai *hardware broadcast*.
2. Kamera sebagai alat utama untuk menangkap citra.
3. Satu set komputer digunakan untuk merancang dan mengoperasikan kode program.
4. Dataset sebagai data untuk melatih program agar dapat mengenali pola wajah.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan (Sustainability)

Dalam aspek keberlanjutan, kebutuhan sistem di masa mendatang diperlukan dataset pelatihan baru dan selalu *up-to-date*. *Maintenance* program dan juga *drone* juga harus selalu diawasi agar sistem ini selalu berada dalam keadaan yang paling efektif.

1.3.4 Aspek Penggunaan (Usability)

Menganalisa aspek dari sisi penggunaan, misal kemudahan dalam mengoperasikan sistem dan kebutuhan kualifikasi minimum SDM. *Drone* dan penggunaan program dapat digunakan oleh siapapun dengan program pelatihan yang mencukupi.

1.3.5 Aspek Efisiensi (Efficiency)

Menganalisa aspek dari sisi efisiensi, contohnya seberapa efisien suatu sistem yang diinginkan dalam pengelolaan sumber daya, penggunaannya, dan juga bekerjanya sistem secara keseluruhan.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, rumuskan kebutuhan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan permasalahan. Kebutuhan dapat berupa rencana sistem dan rencana spesifikasi secara umum (misal dimensi alat harus kecil, harus bisa dikendalikan jarak jauh, bisa tahan air, dan lainnya).

Dari masalah, latar belakang dan analisis yang telah dijelaskan diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi demi tercapainya pembuatan produk yang dituju. Diantaranya adalah sebagai berikut :

- Sebuah *drone* yang mempunyai kamera yang dapat secara langsung dihubungkan kepada suatu perangkat komputer.
- Sebuah sistem yang dapat mendeteksi wajah secara cepat dan akurat.
- Sistem program yang dapat mendeteksi bentuk manusia dan dapat menghitung banyaknya manusia yang ada pada sekumpulan orang secara cepat dan akurat.
- *Drone* harus dapat dikendalikan secara jarak yang relatif jauh demi keamanan pengendali.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

1.5.1 Karakteristik Produk

- **Fitur Utama**

Fitur utama pada produk ini adalah identifikasi seseorang secara digital, sebuah teknologi biometrik biasa disebut *face recognition*. Fitur pada *human counting* menggunakan *capture device* dan *object detection* bisa menghitung berapa banyak manusia didalam suatu tempat dengan kecepatan dan ketinggian *drone* yang telah diatur secara presisi, persatuan fitur dasar *drone* dengan algoritma *YOLOv7* membuat kestabilan alat detektor objek semakin mumpuni dengan *deep learning* akurasi hingga 97,3%.

- **Fitur Dasar**

1. *Realtime* deteksi
2. Pengenalan wajah dengan *pre trained dataset*
3. Penghitung manusia dengan *fps* tinggi
4. *Drone* view deteksi

- **Fitur Tambahan**

Alur deteksi pada *YOLO* dengan diinputkan suatu gambar dengan dataset yang telah disimpan, setelah itu dengan augmentasi data bersama opsi *flip*, *cropping*, dan rotasi lalu dilakukan ekstraksi *Multi-Scale Detector* yang fitur ini tampilan nantinya akan otomatis mendeteksi objek menggunakan dan ditampilkan dengan dikelilingi sebuah *bounding box*.

- **Sifat solusi yang diharapkan**

Mudah dipahami oleh pengguna awam, khususnya bagian fitur dasar *drone*, serta fitur *remote drone*. Sisa dari fitur yang diberikan dapat dipelajari dengan waktu yang singkat. Program mudah dipahami terutama cara menjalankan *web* aplikasi *human counting and face recognition using drone* tersebut.

1.5.1.1 Solusi 1

Drone untuk *capture device* dan menggunakan *software* berbasis Python dengan *library opencv* dan *YOLOv7* untuk *Human counting and Face recognition*.

Skema penggunaan produk :

- Saat pertama kali menggunakan *software* untuk *drone* diharapkan pengguna melihat panduan pemakaian yang disediakan berupa pdf.
- Mulai menyalakan, pengguna dipastikan bisa mengoperasikan *drone*.
- Memahami fitur fitur yang sudah ada pada *drone* terlebih dahulu.
- Kemudian koneksikan layar *drone* kepada laptop/pc yang sudah terinstall *software*.

- Buka buku panduan *software* tambahan ini berbeda dengan buku panduan penggunaan drone.
- Buka *Software deep learning*.
- Terbangkan *drone* dan atur ketinggian untuk mendeteksi muka seseorang dan menghitung berapa banyak orang yang otomatis terdeteksi pada layar pc/laptop pengguna.

Stakeholder yang terlibat :

- Staff Telkom *University*.
- Warga sekitar.
- Kelompok Tugas Akhir *Capstone* sebagai pelaksana proyek.

1.5.1.2 Solusi 2

Drone yang direkayasa pada *software* menggunakan Python dengan *library opencv* untuk *capture device* dan *YOLO v5* dilengkapi *keras* untuk *object detection* dan *face recognition*.

Skema penggunaan produk :

- Saat pertama kali menggunakan *software* untuk *drone* diharapkan pengguna melihat panduan pemakaian yang disediakan berupa pdf.
- Mulai menyalakan, pengguna dipastikan bisa mengoperasikan *drone*.
- Memahami fitur fitur yang sudah ada pada *drone* terlebih dahulu.
- Kemudian koneksikan layar *drone* kepada *laptop/pc* yang sudah *installing software*.
- Buka buku panduan *software* tambahan ini berbeda dengan buku panduan penggunaan drone.
- Buka *Software deep learning*.
- Terbangkan *drone* dan atur ketinggian untuk mendeteksi muka seseorang dan menghitung berapa banyak orang yang otomatis terdeteksi pada layar *pc/laptop* pengguna.

Stakeholder yang terlibat :

- Kelompok Tugas Akhir *Capstone* sebagai pelaksana proyek.

1.5.1.3 Solusi 3

Melalui cara ini diperlukan beberapa pegawai yang berjaga pada beberapa entry point yang ada pada suatu event atau area. Pegawai-pegawai tersebut dapat

bekerja dengan cara mengecek data individu yang hadir secara satu-persatu dan dengan membandingkan foto individu yang ada dengan wajah dari individu tersebut.

Skema penggunaan metode :

- Pegawai berjaga pada seluruh *entry point* yang ada pada area tersebut.
- Pegawai mencatat dan mendata seluruh individu yang keluar masuk area tersebut.
- Jika ada seseorang yang hilang, pegawai dengan secara pribadi mencari orang tersebut secara berkeliling atau berpatroli pada area tersebut dan mencari orang yang hilang dengan bekal foto individu tersebut.

Stakeholder yang terlibat :

- Kelompok Tugas Akhir *Capstone* sebagai pelaksana proyek.
- Solusi yang terpilih untuk proyek ini adalah **Solusi 1**

1.5.2 Skenario Penggunaan

1.5.2.1 Skema 1

1. *Drone* diterbangkan untuk proses pengambilan gambar secara *real-time*
2. Dengan menggunakan algoritma *YOLO* gambar yang diambil oleh *drone* akan diproses untuk pendeteksian objek.
3. *Bounding box* yang ditampilkan akan menghitung jumlah manusia dan mengikuti objek.
4. *Bounding box* akan menampilkan pengenalan wajah.
5. *Program* akan berjalan pada aplikasi *web* secara *real-time*.

1.5.2.2 Skema 2

1. *Drone* diterbangkan untuk proses pengambilan gambar.
2. Video yang sudah didapatkan diproses menggunakan algoritma *YOLO* secara terpisah.
3. Menampilkan *bounding box* untuk penghitungan manusia dan pengenalan wajah.
4. Hasil pendeteksian tidak *real-time*.

1.5.2.3 Skema 3

1. Mengambil gambar menggunakan *webcam*.
2. Video berjalan dan diproses menggunakan algoritma *YOLO*.
3. Menampilkan *bounding box* dengan jarak *webcam* untuk penghitungan manusia dan pengenalan wajah.
4. Hasil pendeteksian akan berjalan pada aplikasi *web* secara *real-time*.

TABEL 1. 1 SOLUSI ALTERNATIF

Solusi Alternatif	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan	Aspek Penggunaan
Solusi 1	Kelebihan : 1. <i>Drone</i> yang memiliki harga terjangkau dengan fitur yang cukup didukung oleh <i>software</i> yang dibuat untuk penambah fitur yang bisa menyaingi <i>drone</i> dengan fitur lengkap dan harganya tinggi.	Kelebihan : 1. Perancangan program hanya menggunakan 1 set komputer saja. 2. Satu <i>program</i> dapat diaplikasikan ke berbagai <i>drone</i> . 3. <i>FPS</i> yang di dapatkan tinggi	Kelebihan : 1. <i>Program</i> selalu <i>up to date</i> dan mudah di <i>develop</i> . 2. <i>Drone</i> dapat digunakan lebih dari satu kali dan dapat digunakan pada berbagai jenis <i>drone</i> yang mendukung <i>live video feed</i> .	Kelebihan : 1. <i>Program</i> bisa berjalan di komputer dengan spesifikasi minimum. 2. <i>Program</i> dan <i>drone</i> dapat digunakan oleh orang awam dengan sedikit arahan atau pelatihan.
	Kekurangan : 1. <i>Drone</i> dengan spesifikasi yang	Kekurangan : 1. Perancangan program yang	Kekurangan : 1. Perancangan perbaharuan	Kekurangan : 1. Pelatihan dan perizinan harus

Solusi Alternatif	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan	Aspek Penggunaan
	tinggi tidaklah murah. 2. Paket internet harus selalu disediakan sebagai <i>back up</i> apabila koneksi internet melalui jaringan <i>wi-fi</i> hilang.	dapat memakan waktu lama. 2. Pembuatan <i>dataset</i> yang dapat memakan waktu lama.	untuk program dan <i>dataset</i> baru dapat memakan waktu lama. 2. Program <i>drone</i> bisa dibajak	selalu diperhatikan agar tidak terjadinya kejadian yang tidak diinginkan. 2. <i>Drone</i> tidak dapat diterbangkan saat cuaca ekstrim, walaupun <i>drone</i> dapat diterbangkan saat cuaca ekstrim, jangkauan penglihatan <i>drone</i> dapat berkurang secara signifikan sehingga dapat membuat keseluruhan sistem tidak bekerja secara maksimal.
Solusi 2	Kelebihan : 1. <i>Drone</i> yang memiliki harga terjangkau	Kelebihan : 1. Perancangan <i>program</i> hanya menggunakan	Kelebihan : 1. <i>Program</i> selalu <i>up to date</i> dan mudah di	Kelebihan : 1. <i>Program</i> bisa berjalan di komputer dengan

Solusi Alternatif	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan	Aspek Penggunaan
	dengan fitur yang cukup didukung oleh <i>software</i> yang dibuat untuk penambah fitur yang bisa menyaingi <i>drone</i> dengan fitur lengkap dan harganya tinggi.	1 set komputer saja. 2. Satu <i>program</i> dapat diaplikasikan ke berbagai <i>drone</i> .	develop. 2. <i>Drone</i> dapat digunakan lebih dari satu kali dan dapat digunakan pada berbagai jenis <i>drone</i> yang mendukung <i>live video feed</i> .	spesifikasi minimum. 2. <i>Program</i> dan <i>drone</i> dapat digunakan oleh orang awam dengan sedikit arahan atau pelatihan.
	Kekurangan : 1. <i>Drone</i> dengan spesifikasi yang tinggi tidaklah murah. 2. Paket internet harus selalu disediakan sebagai <i>back up</i> apabila koneksi internet melalui jaringan <i>wi-fi</i> hilang. 3. Hardware harus	Kekurangan : 1. Perancangan <i>program</i> yang dapat memakan waktu lama. 2. Pembuatan <i>dataset</i> yang dapat memakan waktu lama. 3. <i>Fps software</i> yang didapatkan rendah	Kekurangan : 1. Perancangan perbaharuan untuk <i>program</i> dan <i>dataset</i> baru dapat memakan waktu lama. 2. <i>Program drone</i> bisa dibajak	Kekurangan : 1. Pelatihan dan perizinan harus selalu diperhatikan agar tidak terjadinya kejadian yang tidak diinginkan. 2. <i>Drone</i> tidak dapat diterbangkan saat cuaca ekstrim, walaupun <i>drone</i> dapat

Solusi Alternatif	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan	Aspek Penggunaan
	memenuhi kebutuhan program, misal 1 set personal <i>computer</i> harus mempunyai spesifikasi <i>high-end</i> dengan harga yang cukup mahal			diterbangkan saat cuaca ekstrim, jangkauan penglihatan <i>drone</i> dapat berkurang secara signifikan sehingga dapat membuat keseluruhan sistem tidak bekerja secara maksimal.
Solusi 3	Kelebihan : Biaya awal yang minimal karena mengandalkan alat penghitung <i>clicker</i> sederhana. Menghindari biaya terkait teknologi atau perangkat lunak khusus, sehingga menghemat biaya secara keseluruhan.	Kelebihan : Desain dan operasi yang sederhana dari alat penghitung <i>clicker</i> mempermudah implementasi. Tantangan integrasi sangat minim, mengingat sifatnya yang sederhana.	Kelebihan : Operasi berkelanjutan memungkinkan dengan cara mengoperasikan beberapa penghitung secara bergiliran.	Kelebihan : Kesederhanaan berarti pelatihan minimal. Operator memiliki kendali langsung juga <i>feedback</i> yang cepat.

Solusi Alternatif	Aspek Ekonomi	Aspek Manufakturabilitas	Aspek Keberlanjutan	Aspek Penggunaan
	Biaya berkelanjutan rendah karena tidak ada pemeliharaan perangkat keras yang diperlukan.			
	Kekurangan : Biaya tenaga kerja bisa signifikan untuk upaya manual. Alokasi sumber daya yang tidak efisien dan penundaan dalam pengambilan keputusan bisa terjadi tanpa otomatisasi.	Kekurangan : Skalabilitas terbatas, membuat penghitungan manual tidak praktis untuk skenario yang lebih besar. Ketidakesesuaian mungkin timbul antar penghitung.	Kekurangan : Penghitungan manual kurang tahan lama dibandingkan metode otomatis dan tidak cocok untuk kebutuhan cepat.	Kekurangan : Memiliki keterbatasan dalam kemungkinan <i>human error</i> yang besar sehingga mempengaruhi data akhir.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Secara keseluruhan, pemanfaatan *drone* sebagai perangkat pengambil citra dan implementasi perangkat lunak berbasis Python dengan *OpenCV* dan algoritma *YOLO v7* untuk penghitungan Manusia dan pengenalan Wajah secara *real-time* muncul sebagai solusi terbaik berkat sejumlah keunggulan yang dimilikinya. Gabungan kemampuan *real-time* dan algoritma *YOLO v7* memastikan analisis data yang cepat, memungkinkan pengambilan keputusan dan intervensi yang cepat pula. Solusi ini memberikan pendekatan komprehensif yang mengatasi tantangan penghitungan manusia dan pengenalan wajah, membawa peningkatan keamanan dan

efisiensi dalam berbagai konteks, dari acara berskala besar hingga tanggap bencana. Di samping itu, integrasi *drone* memberikan sudut pandang dan mobilitas yang lebih, sehingga memungkinkan cakupan area luas dan fleksibilitas dalam pemantauan. Penggunaan perangkat lunak berbasis Python memberikan platform yang serbaguna dan mudah beradaptasi, sedangkan ketepatan dan kecepatan algoritma *YOLO v7* meningkatkan akurasi deteksi dan pengenalan objek. Solusi ini mengurangi keterlibatan manual, mengurangi risiko kesalahan manusia, dan membebaskan sumber daya untuk tugas lebih strategis. Selain itu, pemrosesan *real-time* tidak hanya memastikan wawasan tepat waktu, tetapi juga memungkinkan tindakan proaktif dalam respons terhadap situasi yang berubah. Integrasi yang harmonis dari teknologi ini menghasilkan solusi yang mengoptimalkan akurasi data, efisiensi operasional, dan keamanan. Secara ringkas, pemanfaatan drone dengan perangkat lunak berbasis Python dan pustaka *YOLO v7* untuk penghitungan Manusia secara real-time dan pengenalan Wajah menjadi solusi unggulan, komprehensif, dan efisien yang memiliki potensi besar di berbagai sektor, mulai dari keamanan dan pengawasan hingga pengelolaan acara dan bantuan bencana.