

Facemask Detection Using YOLO v5

[Deteksi Masker Wajah Menggunakan Metode YOLO v5]

Lailatul Suroiyah ¹⁾, Yunianita Rahmawati ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: yunianita@umsida.ac.id

Abstract. *The use of facemasks is one of the obligations when carrying out activities outside the home during the COVID-19 pandemic, but despite the COVID-19 pandemic, the use facemasks is still needed. One of the supporting factors driving this is air pollution. The use of facemasks can reduce the risk of respiratory diseases, because it is important to use facemasks when carrying out activities in place with a high risk of air pollution such as industrial areas, this is done to maintain the safety of its users both in term of health and comfort. So consistency is needed for users to use masks, through current technological developments detecting the use of masks is one of the right solutions to this problem. One of the mask detection methods used in this study is YOLO (You Only Look Once). YOLO is a method that detects objects using a single neural network consisting of several layers of convolution networks for image feature extraction, then prediction of bounding box coordinates is performed simultaneously. The YOLO v5 training model in this study was carried out with a combination of minimum values on img, batch, and epoch resulting in a maximum F1 value and mAP@50 of 86%.*

Keywords - covid-19; facemask detection; yolo v5

Abstrak. *Penggunaan masker menjadi salah satu kewajiban ketika melakukan kegiatan di luar rumah saat pandemi COVID-19, namun terlepas dari pandemi COVID-19 seperti saat ini, penggunaan masker masih dibutuhkan. Salah satu faktor pendukung yang mendorong hal tersebut adalah polusi udara. Penggunaan masker dapat mengurangi resiko terkena penyakit pernafasan, karena itu penting menggunakan masker saat melakukan kegiatan di tempat dengan resiko polusi udara yang tinggi seperti kawasan industri, hal ini dilakukan untuk menjaga keamanan penggunaannya baik dari segi kesehatan maupun kenyamanan. Sehingga dibutuhkan konsistensi bagi penggunaannya untuk menggunakan masker, melalui perkembangan teknologi saat ini deteksi penggunaan masker menjadi salah satu solusi yang tepat untuk masalah tersebut. Salah satu metode deteksi masker yang digunakan pada penelitian ini adalah YOLO (You Only Look Once). YOLO merupakan metode yang mendeteksi objek menggunakan jaringan saraf tunggal yang terdiri dari beberapa lapis jaringan konvolusi untuk ekstraksi fitur citra, kemudian dilakukan prediksi koordinat bounding box secara bersamaan. Training model YOLO v pada penelitian ini dilakukan dengan kombinasi nilai minimum pada img, batch, dan epoch sehingga menghasilkan nilai F1 dan mAP@50 maksimal pada nilai 86%.*

Kata Kunci - covid-19; deteksi masker; yolo v5

I. PENDAHULUAN

Tahun 2020 tercatat lebih dari 1.6 juta orang terkena dampak pandemi COVID-19 di 188 negara [1]. COVID-19 adalah virus menular yang disebabkan oleh infeksi akut saluran pernafasan manusia [2]. Batuk, bersin, dan berbicara adalah cara umum virus melonjak tinggi kemudian melakukan kontaminasi terhadap permukaan yang disentuh dan orang bisa sakit tertular virus tersebut [3]. Sebagai tindak pencegahan penyebaran COVID-19, WHO (World Health Organization) mengeluarkan peraturan yang salah satunya mewajibkan penggunaan masker ketika berada di luar rumah atau tempat umum [4]. Peraturan tersebut berlaku di berbagai negara yang sudah terdampak pandemi COVID-19 [5]. Jauh sebelum terjadinya COVID-19, memakai masker penting dilakukan karena dapat mengurangi resiko penyakit pernafasan dan melindungi penggunaannya dari paparan polusi udara [6]. Terdapat sekitar 500 juta kematian dini disebabkan oleh polusi udara di setiap tahunnya [7]. Polusi udara menjadi salah satu faktor penyebab pentingnya pemakaian masker supaya menjadi kebiasaan yang dapat diterapkan dalam kegiatan sehari-hari di luar rumah. Hal ini dikarenakan polusi udara terjadi akibat aktivitas kendaraan bermotor atau transportasi kota yang kemudian menyebabkan rasa tidak nyaman ketika menghirup udara tersebut, disamping itu juga menjadi penyebab kerusakan lingkungan [8]. Paparan polusi udara lebih berbahaya bagi anak-anak, karena lebih rentan terkena dampaknya dibandingkan orang dewasa [9]. China menjadi salah satu negara populer yang menggunakan masker sejak maraknya polusi udara di kota-kota besar seperti Beijing [10]. Pentingnya penggunaan masker juga berlaku di wilayah industri seperti industri pengolahan kayu. Pada sektor industri tersebut proses pemotongan dan penghalusan menghasilkan sekitar 10 sampai 13% debu kayu yang mana menyebabkan ketidaknyamanan bagi pekerja. Debu kayu bersifat partikular yang berbahaya dan dapat mengganggu pernafasan karena mengendap di jaringan paru-paru yang kemudian

beresiko terjadi penyakit pernafasan seperti ISPA. Pekerja yang tidak memakai masker memiliki resiko 5.38 kali terkena penyakit ISPA saat berkerja dari para pekerja yang memakai masker [11].

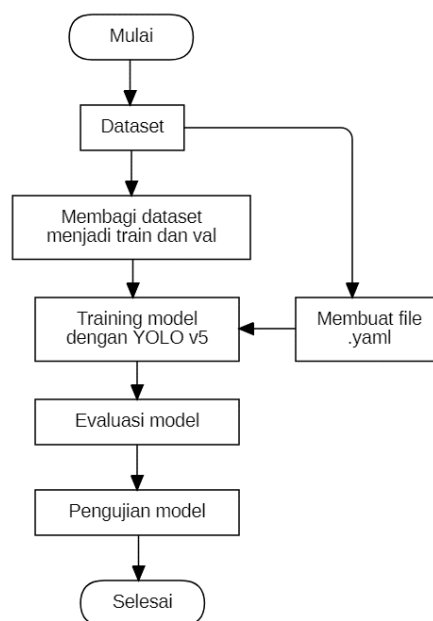
Mengetahui pentingnya penggunaan masker terlepas dari pandemi COVID-19, dibutuhkan konsistensi pemakaian masker saat melakukan kegiatan yang berpotensi dapat mengganggu sistem pernafasan. Hal ini kemudian dapat dikaitkan dengan penggunaan sistem deteksi masker wajah deteksi masker wajah menjadi penelitian yang banyak dikembangkan oleh para ilmuwan dalam kurun waktu belakangan ini, didapatkan berbagai metode untuk meningkatkan akurasi dan kualitas resolusi serta penghematan daya komputasi. Hal ini didukung dengan keadaan polusi udara yang semakin mengkhawatirkan saat ini terutama di kota-kota besar, maupun kawasan industri yang menghasilkan banyak debu halus dimana hal tersebut berdampak pada pernafasan manusia dalam kurun waktu yang lama [12].

Manusia memiliki kemampuan untuk mengenali objek pada gambar dan mengetahui tempat objek tersebut secara cepat kemudian dapat membuat penilaian yang akurat mengenai objek tersebut. Sehingga hal tersebut menjadi penelitian yang dikembangkan para ilmuwan untuk membuat sistem yang menstimulasi kemampuan sistem visual manusia dalam hal ini deteksi objek. Proses deteksi objek melewati proses ekstrasi fitur pada gambar atau citra kemudian mengklasifikasinya, proses tersebut ditangani oleh CNN (*Convolutional Neural Network* atau *ConvNet*) namun hal tersebut dinilai kurang efektif, sehingga untuk mengatasi kekurangan tersebut muncul YOLO atau *You Only Look Once* oleh Redmon pada tahun 2016, YOLO merupakan tahap lanjut perkembangan dari CNN [13], yang mana metode ini mendeteksi objek menggunakan jaringan saraf tunggal yang terdiri dari beberapa lapis jaringan konvolusi melalui prediksi koordinat *bounding box* atau kotak pembatas secara bersamaan [14] atau dengan kata lain pendeteksian YOLO dilaksanakan dalam satu tahap untuk mempersingkat waktu deteksi [15]. YOLO memiliki perkembangan yang terbilang pesat, melihat dari versi awal peluncuran pada tahun 2016 sampai saat ini mencapai versi ke tujuh pada bulan Juni tahun 2022 [16].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan perkembangan metode YOLO versi YOLO v5 untuk membuat sistem deteksi masker dengan melakukan perubahan nilai pada argumen *img*, *batch*, dan *epoch* saat konfigurasi training model dan mengetahui nilai optimal yang dihasilkan dari model tersebut. Varian YOLO v5 yang digunakan pada penelitian ini yakni *yolov5s*, karena dinilai cukup ringan dibanding dengan varian lain dibuktikan dengan waktu running model yang paling sedikit memakan waktu pada penelitian [17] daripada varian lainnya. Sistem deteksi masker dapat dikembangkan lebih lanjut dan diimplementasikan pada tempat yang memiliki resiko tinggi terkena polusi udara seperti wilayah industri.

II. METODE

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan alur penelitian deteksi masker menggunakan metode YOLO v5, seperti yang ditunjukkan gambar 1 di bawah ini.

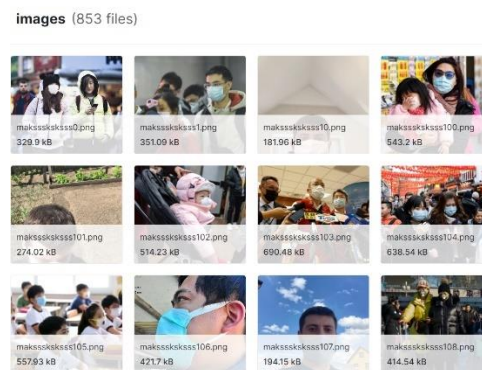


Gambar 1. Flowchart sistem deteksi masker

Pada gambar 1 penelitian dimulai dengan menyiapkan dataset, kemudian dataset tersebut dibagi menjadi dua kelompok train dan val, dan dibuat juga file .yaml berdasarkan informasi dataset tersebut, kemudian dilakukan proses training model dilanjut dengan evaluasi model dan terakhir pengujian model.

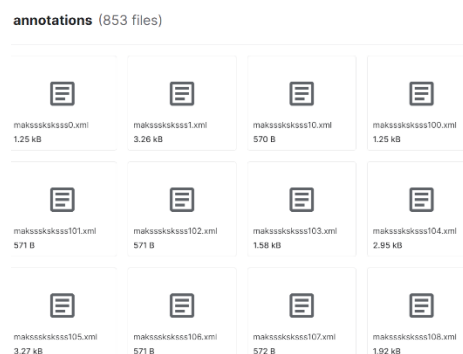
A. Dataset

Pada tahap ini, penulis menyiapkan dataset yang didapatkan dari Kaggle. Kaggle adalah *website* yang menyediakan berbagai jenis dataset secara gratis, dan menjadi tempat *sharing coding* atau eksperimen dalam mengembangkan suatu metode untuk deteksi atau prediksi objek tertentu [18].



Gambar 2. Dataset gambar

Pada gambar 2 terdapat dataset yang berisi gambar atau citra yang akan digunakan dalam penelitian ini, gambar tersebut memuat gambar orang memakai masker, tidak memakai masker dan menggunakan masker yang kurang sempurna dengan jumlah keseluruhan 853 gambar yang mana tiga jenis penggunaan masker tersebut akan menjadi tiga kelas klasifikasi yang digunakan dalam sistem deteksi masker ini.



Gambar 3. Dataset anotasi/pelabelan

Sama seperti gambar 2, pada gambar 3 menunjukkan anotasi dataset yang berbentuk xml dengan jumlah yang sama seperti gambar 2 yakni 853 data. Dataset yang digunakan memuat tiga kelas data yakni "*with_mask*", "*without_mask*", dan "*mask_wearred_incorrect*". Kemudian dari anotasi tersebut diolah kembali dalam bentuk tabel yang memuat data per-bounding box. Sehingga didapatkan jumlah data untuk kelas "*with_mask*" sebanyak 3232 data, "*without_mask*" sebanyak 717 data dan "*mask_wearred_incorrect*" sebanyak 123 data, kemudian dari tiga kelas tersebut dijumlahkan menjadi 4072 data dari jumlah awal sebanyak 853, jumlah ini didapatkan dari semua pelabelan atau anotasi per-wajah pada setiap gambar. Lalu dari data tersebut dibuat dalam bentuk .txt untuk menyesuaikan dengan format YOLO v5.

Tahap selanjutnya adalah pembagian kelompok *train* dan *val* dengan rasio 80:20. Pemilihan rasio tersebut dinilai sebagai pembagian terbaik dalam training data [19]. Kemudian membuat file yaml sebagai jembatan antara model YOLO v5 dengan inputan gambar pada dataset. File yaml memuat informasi singkat mengenai dataset, dengan struktur penulisan seperti pada gambar 4 berikut.

```

masks.yaml X
1 ---
2 names:
3 - without_mask
4 - with_mask
5 - mask_wearred_incorrect
6 nc: 3
7 path: data/facemask/
8 train: train
9 val: val
10

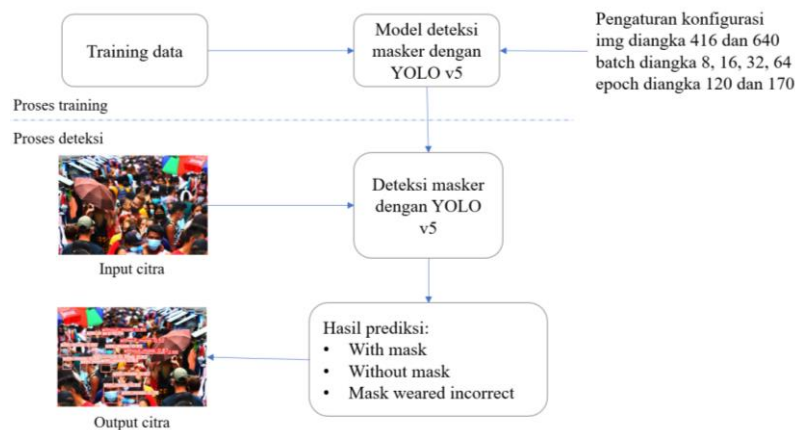
```

Gambar 4. Struktur penulisan file yaml

Pada gambar 4 dijelaskan isi file yaml yang memuat tiga kelas klasifikasi yakni "with_mask", "without_mask", dan "mask_wearred_incorrect" beserta tempat penyimpanan file tersebut.

B. Arsitektur deteksi masker

Pada penelitian ini, ditentukan pengaturan konfigurasi pada variabel img, batch, dan epoch untuk mendapat hasil yang optimal pada satu varian YOLO v5 yang sudah dipilih sebelumnya yakni yolov5s. Setelah melalui proses training maka akan diuji dengan *input* gambar yang kemudian hasilnya pada gambar tersebut terdapat prediksi *bounding box* dengan pembagian kelas "with_mask", "without_mask", dan "mask_wearred_incorrect" beserta dengan nilai prediksinya. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.

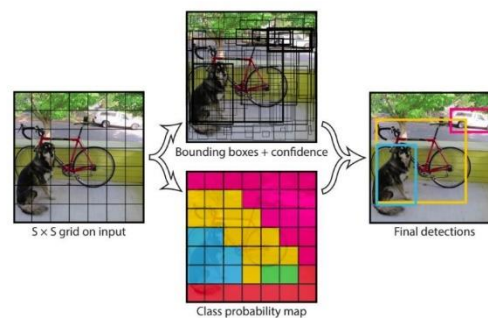


Gambar 5. Arsitektur deteksi masker

Pada gambar 5 dijelaskan pengaturan konfigurasi dilakukan saat proses training model, sehingga dari berbagai kombinasi angka yang digunakan di beberapa argumen yakni img, batch, dan epoch saat proses training akan menghasilkan banyak case model deteksi, kemudian dari semua model tersebut akan dilakukan proses deteksi yang mana hasilnya akan dijadikan pembandingan antar satu sama lain untuk menemukan konfigurasi yang ideal dengan hasil optimal.

C. Deteksi masker menggunakan YOLO v5

YOLO v5 adalah jaringan saraf konvolusi tunggal yang unggul dalam hal kecepatan deteksi objek, meskipun kurang dalam hal akurasi, namun hal tersebut masih cukup akurat dari pada metode deteksi seperti R-CNN [20].



Gambar 6. Cara kerja YOLO v5

Pada gambar 6 dijelaskan mengenai cara kerja YOLO v5 yang mana pada tahap awal YOLO v5 membagi gambar dengan *bounding box* ukuran $s \times s$ secara merata pada sumbu X dan sumbu Y, yang kemudian dibagi menjadi beberapa daerah dan melakukan prediksi berdasarkan *confidence value* yakni nilai kepercayaan prediksi objek dan probabilitas kelas [21] ditandai dengan perbedaan warna yang melingkupi antar satu benda dengan yang lain lalu diakhiri dengan pemberian *bounding box* dengan ukuran sesuai dengan daerah prediksi sebelumnya.

Pada penelitian ini penulis menggunakan varian YOLO v5 yakni *yolov5s*. Struktur penulisan perintah training model melibatkan beberapa hal seperti berikut.

- *Img*, diartikan sebagai pengatur ukuran masukan gambar atau citra, semakin besar ukuran yang ditetapkan semakin detail objek yang akan dideteksi, namun membutuhkan daya yang lebih besar. Semakin kecil ukuran gambar semakin cepat proses training model yang kemudian memperingan kinerja komputasi. Beberapa penelitian menetapkan ukuran masukan gambar yang ideal tanpa harus kehilangan banyak informasi yakni 416×416 [22]. dalam penelitian ini ditetapkan menggunakan konfigurasi *img* pada nilai 416 dan 640. pemilihan 640 digunakan sebagai pembandingan dari 416.
- *Batch*, yakni banyaknya gambar dalam satu batch. Jika jumlah data sebanyak 2738 gambar, dengan ukuran batch pada nilai 32, maka banyak batch yang dibutuhkan $2738 : 32 = 86$ batch. Semakin banyak batch yang digunakan semakin besar daya konsumsi memori. Pada penelitian ini akan digunakan empat jenis batch mulai dari angka 8, 16, 32, dan 64. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang dihasilkan dari kelipatan batch sebelumnya.
- *Epoch*, yakni banyaknya putaran yang digunakan selama proses training. Dalam penelitian ini epoch yang dipakai berada pada angka 120 dan 170, dua angka tersebut dipilih untuk meminimalkan waktu training, dan menghindari nilai epoch yang terlalu tinggi karena tidak selalu menghasilkan akurasi yang lebih tinggi sehingga diperlukan pengaturan epoch yang sesuai untuk mendapatkan hasil yang optimal [23].
- *Data*, yakni file *yaml* yang memuat informasi dataset.
- *Weights* mengacu pada varian model yang digunakan yakni *yolov5s* yang tersedia dalam satu set YOLO v5.

Kemudian semua *point* di atas disatukan menjadi teks perintah training model YOLO v5 seperti pada gambar 7 berikut.

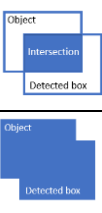
```
!cd /content/yolov5 && python train.py --workers 2 --img 640 --batch 8 --epochs 120
--data "data/masks.yaml" --weights yolov5s.pt --device {device} --cache
```

Gambar 7. Training model YOLO v5

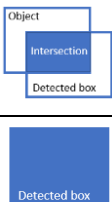
Training model YOLO v5 mengambil dari data Github Ultralytic yang kemudian selama proses training menghasilkan beberapa nilai yakni nilai F1 yang merupakan nilai rata-rata antara presisi dan *recall* [24]. Hasil tersebut didapatkan dari pernyataan matematis 1 berikut.

$$F1 = 2 \times \frac{1}{\frac{1}{precision} + \frac{1}{recall}} \quad (1)$$

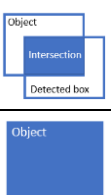
Setelah F1 terdapat matrik pada deteksi objek yaitu IoU (*Intersection of Union*) terdapat pada persamaan 2, yakni menghitung nilai index yang dihasilkan antara irisan *bounding box* yang diprediksi dengan letak objek asli, selain IoU dari hasil training dapat diketahui nilai presisi yang pada persamaan 3 dan *recall* yang terdapat pada persamaan 4 berikut.



$$IoU = \frac{\text{Area of Overlap}}{\text{Area of Union}} \quad (2)$$



$$Precision = \frac{\text{Intersection}}{\text{Detected box}} \quad (3)$$



$$Recall = \frac{\text{Intersection}}{\text{Object}} \quad (4)$$

Nilai mAP juga akan terlihat selama proses training, nilai mAP berasal dari rata-rata nilai AP dari semua kelas. AP adalah presisi rata-rata dari semua nilai recall. Nilai AP sendiri hanya berasal dari satu kelas dengan perhitungan 11 *point interpolation* seperti pada persamaan 5 dan persamaan 6 berikut.

$$AP = \frac{1}{11} \sum_{r \in \{0,0.1,\dots,1\}} \rho_{interp}(r) \quad (5)$$

Dengan

$$\rho_{interp} = \max_{\tilde{r}: \tilde{r} \geq r} \rho(\tilde{r}) \quad (6)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Training model

Konfigurasi training model yang sudah ditentukan sebelumnya akan saling dikombinasikan untuk mencari hasil yang optimal, terdapat beberapa kombinasi konfigurasi training model yang dilakukan pada penelitian ini, yang mana tersaji pada tabel 1 berikut.

| Tabel 1. Konfigurasi training model YOLO v5 | | | |
|---|-----|-------|-------|
| case | img | batch | epoch |
| 1 | 416 | 8 | 120 |
| 2 | 416 | 8 | 170 |
| 3 | 416 | 16 | 120 |
| 4 | 416 | 16 | 170 |
| 5 | 416 | 32 | 120 |
| 6 | 416 | 32 | 170 |
| 7 | 416 | 64 | 120 |
| 8 | 416 | 64 | 170 |
| 9 | 640 | 8 | 120 |
| 10 | 640 | 8 | 170 |
| 11 | 640 | 16 | 120 |
| 12 | 640 | 16 | 170 |
| 13 | 640 | 32 | 120 |

| case | img | batch | epoch |
|------|-----|-------|-------|
| 14 | 640 | 32 | 170 |
| 15 | 640 | 64 | 120 |
| 16 | 640 | 64 | 170 |

Pada tabel 1 terdapat 16 skenario konfigurasi training model yang akan dilakukan pada penelitian ini. Kemudian dari *case* atau skenario training model YOLO v5 tersebut, akan didapatkan hasil training model yang meliputi nilai F1, mAP, presisi (P), *recall* (R) beserta lama waktu training berlangsung (time) yang terdapat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil training model YOLO v5

| Weights: yolov5s.pt | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-------|-------|----|----|----|-----|---------|
| case | img | batch | epoch | F1 | P | R | mAP | Time(s) |
| 1 | 416 | 8 | 120 | 81 | 91 | 73 | 82 | 1732.02 |
| 2 | 416 | 8 | 170 | 81 | 89 | 75 | 83 | 1883.08 |
| 3 | 416 | 16 | 120 | 81 | 90 | 75 | 82 | 1220.79 |
| 4 | 416 | 16 | 170 | 79 | 88 | 73 | 82 | 1746.66 |
| 5 | 416 | 32 | 120 | 78 | 86 | 73 | 80 | 1051.8 |
| 6 | 416 | 32 | 170 | 79 | 84 | 75 | 82 | 1436.5 |
| 7 | 416 | 64 | 120 | 80 | 82 | 77 | 81 | 991.2 |
| 8 | 416 | 64 | 170 | 79 | 85 | 70 | 82 | 1342.4 |
| 9 | 640 | 8 | 120 | 85 | 89 | 80 | 86 | 1850.88 |
| 10 | 640 | 8 | 170 | 84 | 92 | 77 | 84 | 2734.27 |
| 11 | 640 | 16 | 120 | 82 | 95 | 74 | 85 | 1729.84 |
| 12 | 640 | 16 | 170 | 84 | 88 | 80 | 86 | 2229.76 |
| 13 | 640 | 32 | 120 | 83 | 92 | 77 | 84 | 1540.94 |
| 14 | 640 | 32 | 170 | 83 | 88 | 80 | 85 | 2285.77 |
| 15 | 640 | 64 | 120 | 82 | 90 | 75 | 85 | 1623.66 |
| 16 | 640 | 64 | 170 | 84 | 93 | 77 | 85 | 2241.61 |

Dari beberapa skenario penelitian yang dilakukan tersebut yang mana tersaji lengkap dengan hasil training model di tabel 2 dapat diketahui penggunaan nilai batch yang kecil pada *case* 1 memiliki nilai akurasi yang sama dengan konfigurasi nilai batch yang besar pada *case* 3, hanya berbeda pada waktu yang diperlukan, untuk training model dengan batch yang nilainya kecil memakan waktu lebih lama dari pada model dengan konfigurasi batch yang nilainya lebih besar. Selain itu diketahui juga nilai epoch yang tinggi tidak selalu menjamin akurasi yang lebih tinggi dari pada nilai epoch yang rendah terbukti dari dua *case* yang mana *case* 10 yang menghasilkan akurasi lebih rendah dari *case* 9. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui rata-rata akurasi yang didapatkan yakni pada nilai 80 sampai 86, dengan akurasi tertinggi didapatkan oleh *case* 9.

B. Evaluasi model

Untuk memvalidasi akurasi model hasil penelitian, diperlukan evaluasi pada setiap hasil model di semua skenario training model. Evaluasi tersebut dilakukan dengan melakukan pengujian pada tujuh gambar yang diambil dari Google Image yang setiap gambar memiliki kondisi tertentu untuk diketahui tingkatan kebenaran deteksi masker pada setiap skenario model. Berikut tujuh gambar yang dibutuhkan untuk proses evaluasi model.



Gambar 8. Bahan 1 untuk evaluasi model

Pemilihan gambar 8 sebagai bahan evaluasi model karena objek deteksi yang berada pada kerumunan dan hanya beberapa objek yang terlihat jelas untuk dideteksi, pada gambar 8 juga terdapat objek yang membuat ambigu model deteksi karena bentuknya yang sama seperti masker yakni topi putih yang berada di tangan seseorang pada gambar 8 tersebut.



Gambar 9. Bahan 2 untuk evaluasi model

Selanjutnya pada gambar 9 dipilih karena pada gambar tersebut terdapat objek yang memakai masker namun memalingkan wajahnya.



Gambar 10. Bahan 3 untuk evaluasi model

Sama seperti gambar 9, pada gambar 10 terdapat beberapa objek yang memalingkan wajah atau hanya terlihat setengah baik dari belakang dan dari samping.



Gambar 11. Bahan 4 untuk evaluasi model

Pada gambar 11, terdapat kepadatan objek di suatu tempat dan beberapa objek yang kurang sempurna dalam pemakaian masker apakah model akan mendeteksi dengan benar atau salah.



Gambar 12. Bahan 5 untuk evaluasi model

Pada gambar 12 setiap objek memiliki tingkat kejelasan yang tinggi sehingga memudahkan model dalam deteksi, namun pada gambar 12 juga terdapat objek yang pemakaian maskernya yang kurang sempurna, namun ada juga yang terlihat setengah atau tertutupi oleh objek lain, dan yang terpotong frame.



Gambar 13. Bahan 6 untuk evaluasi model

Pada gambar 13 terdapat dua objek yang terlihat jelas tidak mengenakan masker dan terdapat objek yang membuat ambigu model dalam deteksi karena menyerupai penggunaan masker, objek tersebut adalah puncak dari mainan rumah-rumahan yang terletak di belakang.



Gambar 14. Bahan 7 untuk evaluasi model

Setelah menggunakan bahan evaluasi dengan banyak objek yang dideteksi atau dengan kata lain dalam kerumunan, pada gambar 14 digunakan bahan evaluasi yang berisi objek tunggal menggunakan masker yang terlihat hanya dari samping. Dengan tujuh bahan evaluasi yang sudah dijelaskan sebelumnya, berikut hasil evaluasi perbandingan tingkat kebenaran dan kesalahan setiap model dalam mendeteksi objek yang tersaji dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil evaluasi akurasi setiap model

| case | img | batch | epoch | Jumlah deteksi | |
|------|-----|-------|-------|----------------|-------|
| | | | | benar | salah |
| 1 | 416 | 8 | 120 | 47 | 7 |
| 2 | 416 | 8 | 170 | 47 | 6 |
| 3 | 416 | 16 | 120 | 46 | 5 |
| 4 | 416 | 16 | 170 | 47 | 4 |
| 5 | 416 | 32 | 120 | 45 | 6 |

| case | img | batch | epoch | Jumlah deteksi | |
|------|-----|-------|-------|----------------|-------|
| | | | | benar | salah |
| 6 | 416 | 32 | 170 | 47 | 9 |
| 7 | 416 | 64 | 120 | 52 | 5 |
| 8 | 416 | 64 | 170 | 48 | 5 |
| 9 | 640 | 8 | 120 | 46 | 4 |
| 10 | 640 | 8 | 170 | 43 | 4 |
| 11 | 640 | 16 | 120 | 46 | 5 |
| 12 | 640 | 16 | 170 | 48 | 6 |
| 13 | 640 | 32 | 120 | 48 | 6 |
| 14 | 640 | 32 | 170 | 46 | 6 |
| 15 | 640 | 64 | 120 | 47 | 9 |
| 16 | 640 | 64 | 170 | 47 | 5 |

Berdasarkan tabel 3 di atas dapat diketahui nilai tertinggi didapatkan oleh *case 7* dengan konfigurasi img 416 batch 64 epoch 120, yang mana *case 7* mendapat nilai F1 dan akurasi cukup rendah dari proses training model sebelumnya, hal ini dapat dipengaruhi oleh model yang melakukan deteksi pada beberapa objek yang mana tidak bisa terdeteksi oleh model lain sehingga menjadi salah satu pendorong tingginya nilai kebenaran deteksi dari pada model lain yang memiliki akurasi lebih tinggi. Hasil ini berbeda dengan yang diharapkan sebelumnya, bahwa akurasi yang paling tinggi seharusnya memiliki tingkat kebenaran yang tinggi juga, namun model dengan akurasi tertinggi yakni konfigurasi img 640 batch 8 epoch 120 mendapatkan nilai kebenaran rata-rata yakni 46 dengan tingkat kesalahan yang rendah yaitu 4. Dengan hasil evaluasi yang seperti itu maka kedua model tersebut yakni *case 7* dan *case 9* akan dilakukan pengujian lanjut untuk mengetahui perbedaan deteksi yang dihasilkan.

C. Pengujian model lanjut

Berbekal dari hasil evaluasi sebelumnya pada pengujian ini dilakukan oleh dua model yakni model pertama dengan konfigurasi img 416 batch 64 epoch 120 dan model kedua dengan konfigurasi img 640 batch 8 epoch 120, menggunakan bahan pengujian gambar yang diambil dari Google Image sebanyak 5 gambar, berikut hasil deteksi dari kedua model tersebut beserta penjelasannya.



Gambar 17. Hasil deteksi model pertama bahan 1

Gambar 17 merupakan hasil deteksi model pertama yang mana mendeteksi 4 objek dengan benar, dengan rincian 2 objek yang menggunakan masker masuk klasifikasi "*with_mask*" dan 2 objek lain masuk klasifikasi "*mask_wearied_incorrect*" karena penggunaan masker yang kurang sempurna menutup hidung.



Gambar 18. Hasil deteksi model kedua bahan 1

Mengetahui gambar 17 yang sudah mendeteksi objek dengan benar menggunakan model pertama, pada model kedua terdapat perbedaan hasil deteksi yang mana hanya dapat mendeteksi 3 objek dengan rincian deteksi, 2 objek menggunakan masker masuk klasifikasi "*with_mask*" dan 1 objek yang penggunaan masker kurang sempurna masuk klasifikasi "*mask_wearred_incorrect*", sedangkan 1 objek sisanya tidak bisa terdeteksi oleh model kedua.



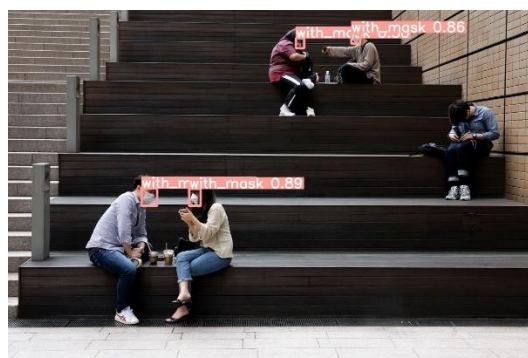
Gambar 19. Hasil deteksi model pertama bahan 2

Gambar 19 adalah hasil deteksi dari model pertama, pada gambar 19 terdapat 9 hasil deteksi yang benar dengan rincian deteksi, 8 terdeteksi menggunakan masker atau masuk klasifikasi "*with_mask*" dan 1 objek terdeteksi tidak menggunakan masker atau "*without_mask*".



Gambar 20. Hasil deteksi model kedua bahan 2

Berikutnya yakni hasil deteksi dari model kedua yang terlihat pada gambar 20. Sama seperti gambar 19, gambar 20 memiliki jumlah deteksi yang benar sebanyak 9, dengan 8 objek masuk klasifikasi "*with_mask*" dan 1 objek masuk "*without_mask*".



Gambar 21. Hasil deteksi model pertama bahan 3

Pada gambar 21 terlihat 4 objek yang dideteksi dengan benar oleh model pertama, yang mana 4 objek tersebut masuk klasifikasi "*with_mask*" dan terdapat 1 objek yang tidak terdeteksi karena posisi objek tersebut yang menunduk dan wajahnya tidak terlihat menggunakan masker atau tidak.



Gambar 22. Hasil deteksi model kedua bahan 3

Hasil yang sama didapatkan juga oleh model kedua yang berhasil mendeteksi 4 objek dengan klasifikasi "*with_mask*" seperti yang terlihat pada gambar 22.



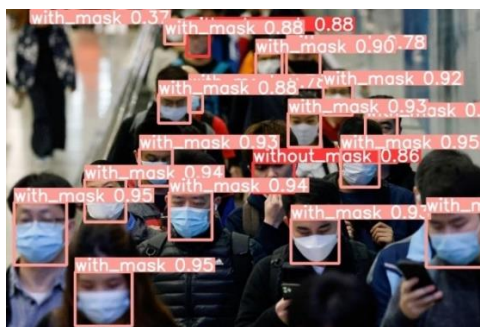
Gambar 23. Hasil deteksi model pertama bahan 4

Gambar 23 merupakan hasil deteksi yang dilakukan oleh model pertama mendeteksi 1 objek dengan benar yang mana masuk klasifikasi "*with_mask*" dan 1 objek sisanya yang menggunakan masker tidak terdeteksi.



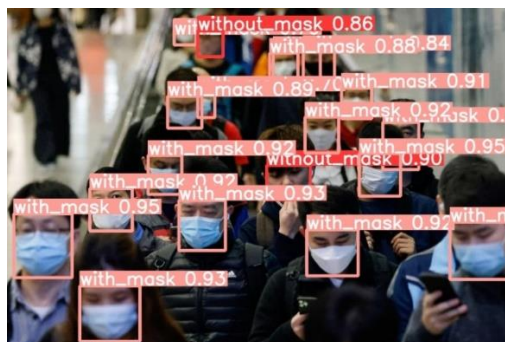
Gambar 24. Hasil deteksi model kedua bahan 4

Sama dengan model pertama pada model kedua yang hasil deteksinya terlihat pada gambar 24 hanya bisa mendeteksi 1 objek dengan benar yang masuk klasifikasi "*with_mask*".



Gambar 25. Hasil deteksi model pertama bahan 5

Gambar 25 merupakan hasil deteksi pengujian terakhir yang dilakukan oleh model pertama yang mana berhasil mendeteksi 17 objek memakai masker dengan benar atau masuk klasifikasi *"with_mask"* sedangkan 2 objek lainnya dideteksi tidak menggunakan masker atau *"without_mask"* namun hasil 2 deteksi tersebut tidak benar, karena 2 objek tersebut masih menggunakan masker dan posisi masker tersebut berada di dagu sehingga deteksi yang benar harusnya masuk klasifikasi *"mask_wearred_incorrect"*.



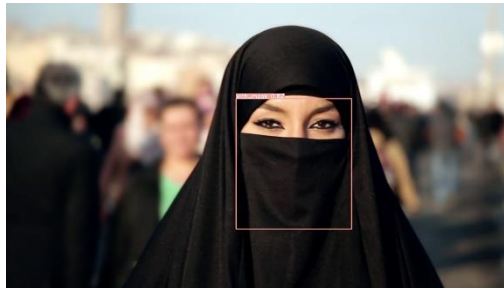
Gambar 26. Hasil deteksi model kedua bahan 5

Letak kesalahan yang sama terjadi pada model kedua yang mana hasil deteksinya terlihat pada gambar 26. Terdapat 2 objek salah deteksi dan masuk klasifikasi *"without_mask"* yang mana seharusnya masuk *"mask_wearred_incorrect"*, kemudian pada objek yang memakai masker, model kedua berhasil mendeteksi 16 objek dengan benar yang masuk klasifikasi *"with_mask"*, bila dilihat terdapat perbedaan deteksi yang dihasilkan pada model pertama dan kedua yakni objek bermasker yang terletak di pojok kiri atas dan hanya terlihat setengah wajahnya yang menggunakan masker terdeteksi pada model pertama namun tidak pada model kedua. Ringkasan perbandingan hasil deteksi antara kedua model dapat dilihat di tabel 4 berikut.

Tabel 4. Ringkasan hasil pengujian penggunaan masker umum

| Gambar | Model | Hasil | Benar | Salah |
|--------|---------|---|-------|-------|
| 17 | pertama | 2 <i>"with_mask"</i> , 2 <i>"mask_wearred_incorrect"</i> | 4 | 0 |
| 18 | kedua | 2 <i>"with_mask"</i> , 1 <i>"mask_wearred_incorrect"</i> | 3 | 0 |
| 19 | pertama | 8 <i>"with_mask"</i> , 1 <i>"without_mask"</i> | 9 | 0 |
| 20 | kedua | 8 <i>"with_mask"</i> , 1 <i>"without_mask"</i> | 9 | 0 |
| 21 | pertama | 4 <i>"with_mask"</i> | 4 | 0 |
| 22 | kedua | 4 <i>"with_mask"</i> | 4 | 0 |
| 23 | pertama | 1 <i>"with_mask"</i> | 1 | 0 |
| 24 | kedua | 1 <i>"with_mask"</i> | 1 | 0 |
| 25 | pertama | 17 <i>"with_mask"</i> , 2 <i>"without_mask"</i> | 17 | 2 |
| 26 | kedua | 16 <i>"with_mask"</i> , 2 <i>"without_mask"</i> | 16 | 2 |

Berdasarkan perbandingan dua model tersebut dapat diketahui model pertama lebih unggul dari model kedua yang memiliki akurasi lebih tinggi dari pada model pertama pada pengujian dengan keadaan penggunaan masker yang umum dipakai atau dalam hal ini masker yang sering dikenakan di tempat umum. Namun apakah model pertama dan model kedua memiliki jangkauan deteksi yang sama bila dilakukan pengujian dengan penggunaan masker yang tidak umum atau menggunakan sesuatu yang menutupi wajah seperti masker contohnya orang yang memakai cadar, penggunaan masker berkarakter, orang yang memakai helm dan sejenisnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sampai batas mana model tersebut dapat melakukan deteksi sehingga dapat dilakukan perbaikan pada penelitian selanjutnya. Pengujian ini menggunakan tujuh gambar yang didapatkan dari Google Image dengan berbagai macam kondisi, berikut hasil deteksi yang didapatkan dua model beserta penjelasannya.



Gambar 27. Hasil deteksi model pertama pada wanita bercadar

Gambar 27 merupakan hasil deteksi model pertama yang mana mendeteksi wanita bercadar dengan klasifikasi menggunakan masker atau *"with_mask"*. Pada gambar tersebut wanita yang menggunakan cadar masih terlihat sebagian wajahnya dengan jelas dan cadar yang digunakan peletakkannya seperti menggunakan masker sehingga hal ini mendukung untuk model melakukan deteksi dengan hasil klasifikasi menggunakan masker.



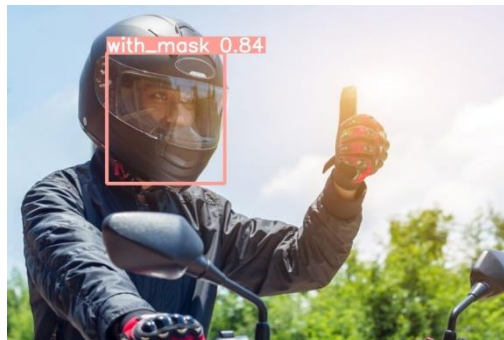
Gambar 28. Hasil deteksi model kedua pada wanita bercadar

Gambar 28 merupakan hasil deteksi model kedua dengan bahan gambar yang sama seperti model pertama yakni mendeteksi dengan kondisi penggunaan masker khusus dalam hal ini menggunakan cadar. Berbeda dengan model pertama yang dapat mendeteksi wanita bercadar tersebut, namun pada model kedua mendeteksi objek di belakang wanita bercadar tersebut dengan klasifikasi tanpa masker atau *"without_mask"*. Model kedua lebih fokus melakukan deteksi objek yang buram tersebut, hal ini dapat terjadi karena model kedua tidak dapat mendeteksi wanita bercadar yang mana memiliki tingkat kejelasan tinggi, sehingga model kedua melakukan deteksi ke objek lain dalam hal ini objek buram tersebut yang masih terlihat proporsi wajahnya. Sehingga dapat diketahui batas model kedua dalam melakukan deteksi salah satunya pada kondisi wanita yang menggunakan cadar.



Gambar 29. Hasil deteksi kedua model pada wanita bercadar

Gambar 29 merupakan hasil deteksi kedua model pada wanita bercadar yang lebih tertutup. "Tidak dapat terdeteksi" adalah hasil dari kedua model ketika melakukan deteksi pada gambar tersebut. Hal ini dapat terjadi karena wajah kedua objek yang sedikit terlihat dalam hal ini hanya bagian mata saja dan tidak terlihat alis objek tersebut seperti gambar 27 dan 28 sehingga kedua model tidak dapat mengenali objek sebagai wajah. Dalam hal ini dapat diketahui batas deteksi kedua model berada pada kondisi objek yang dideteksi masih terlihat bagian wajahnya terutama bagian mata dengan jelas diikuti alis dan bagian atas hidung yang umum terlihat saat menggunakan masker biasa.



Gambar 30. Hasil deteksi model pertama pada penggunaan helm

Gambar 30 merupakan hasil dari deteksi model pertama pada kondisi menggunakan helm tertutup dengan kaca transparan yang mana masuk dalam klasifikasi menggunakan masker atau *"with_mask"*. Pada gambar tersebut dapat terlihat wajah objek pada bagian mata dan hidung namun model memberikan hasil deteksi menggunakan masker, hal ini dapat terjadi karena wajah tersebut tertutupi oleh kaca transparan sehingga model menilai penggunaan helm tertutup dengan kaca transparan merupakan salah satu jenis masker.



Gambar 31. Hasil deteksi model kedua pada penggunaan helm

Berbeda dengan model pertama, pada model kedua memiliki hasil deteksi yang mana dapat terlihat pada gambar 31 dengan klasifikasi *"mask_wared_incorrect"*. Hal ini dapat terjadi karena bagian hidung objek tersebut terlihat namun bagian mulut tidak terlihat sehingga model menilai bahwa objek tersebut menggunakan masker namun kurang tepat penggunaannya, dalam hal ini masker yang dimaksud adalah bagian bawah atau moncong helm. Kaca transparan yang melekat pada helm tidak menjadi pengaruh pada model kedua, karena jika berpengaruh maka hasil yang didapatkan model kedua akan sama seperti model pertama.



Gambar 32. Hasil deteksi kedua model pada penggunaan helm

Kondisi khusus dimana kedua model tidak dapat mendeteksi objek juga ditunjukkan pada gambar 32 yang mana kedua model tidak dapat mendeteksi objek yang memakai helm dengan kondisi kaca depan atau pelindung mata yang gelap atau tidak transparan. Sehingga kedua model tidak mengenali objek tersebut sebagai wajah karena semua bagian wajah tertutupi.



Gambar 33. Hasil deteksi model pertama pada polisi pelindung lengkap

Gambar 33 menunjukkan hasil deteksi model pertama pada gambar polisi dengan pelindung lengkap yang mana menggunakan masker menyatu dengan pelindung mata. Model pertama memberikan hasil deteksi dengan klasifikasi "with_mask" untuk dua objek, meskipun bagian mata kurang terlihat namun karena struktur masker yang mengikuti struktur wajah menjadikan model dapat mendeteksi objek tersebut.



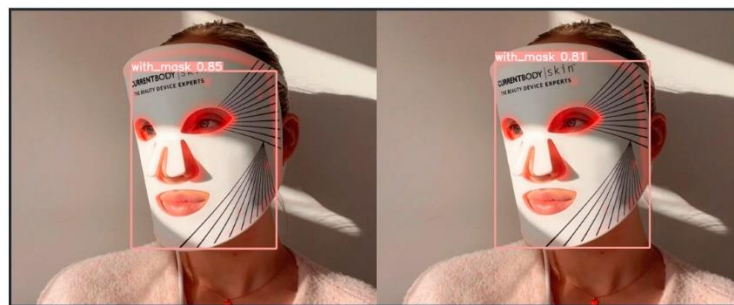
Gambar 34. Hasil deteksi model kedua pada polisi pelindung lengkap

Sama seperti Gambar 33, gambar 34 menunjukkan hasil deteksi model kedua dengan klasifikasi menggunakan masker atau "with_mask", namun jumlah deteksi yang dihasilkan berbeda dengan model pertama yang mampu mendeteksi 2 objek pada model kedua mampu mendeteksi 3 objek.



Gambar 35. Hasil deteksi kedua model pada masker tengkorak

Gambar 35 menunjukkan hasil deteksi kedua model pada polisi yang menggunakan masker *full-face* dengan bentuk tengkorak dengan klasifikasi yang sama yakni tidak menggunakan masker atau “*without_mask*”. Hal ini dapat terjadi karena struktur masker tengkorak yang menyerupai wajah, terutama pada bagian mulut yang memperlihatkan gigi, sehingga model menilai bahwa masker tersebut merupakan bagian wajah yang tidak menggunakan masker.



Gambar 36. Hasil deteksi kedua model pada masker kecantikan

Setelah mengetahui hasil deteksi yang ditunjukkan gambar 35 sebelumnya, dilakukan pengujian dengan masker kecantikan yang menutup semua wajah kecuali bagian mata, hidung, dan mulut, yang mana menghasilkan deteksi dengan klasifikasi menggunakan masker atau “*with_mask*” seperti yang ditunjukkan pada gambar 36. Meskipun pada gambar 36 bagian hidung dan mulut terlihat, model tetap memberikan hasil klasifikasi menggunakan masker. Hal ini dapat terjadi karena struktur masker yang lebih lebar dari wajah ditambah adanya motif sehingga terlihat seperti topeng. Berikut hasil ringkasan mengenai jangkauan kedua model dalam mendeteksi objek.

Tabel 5. Ringkasan hasil pengujian penggunaan masker khusus

| Kondisi | Jangkauan model pertama | Jangkauan model kedua |
|---|--|--|
| Wanita bercadar masih terlihat alis dan punggung hidung | Dapat mendeteksi dengan hasil menggunakan masker (gambar 27) | Tidak dapat mendeteksi (gambar 28) |
| Wanita bercadar hanya terlihat sedikit matanya | Tidak dapat mendeteksi (gambar 29) | Tidak dapat mendeteksi (gambar 29) |
| Orang yang menggunakan helm full-face kaca transparan | Dapat mendeteksi dengan hasil menggunakan masker (gambar 30) | Dapat mendeteksi dengan hasil penggunaan masker kurang tepat (gambar 31) |
| Orang yang menggunakan helm full-face dengan kaca gelap | Tidak dapat mendeteksi (gambar 32) | Tidak dapat mendeteksi (gambar 32) |

| Kondisi | Jangkauan model pertama | Jangkauan model kedua |
|---|--|--|
| Polisi yang menggunakan pelindung lengkap | Dapat mendeteksi dengan hasil menggunakan masker (gambar 33) | Dapat mendeteksi dengan hasil menggunakan masker (gambar 34) |
| Polisi yang menggunakan masker tengkorak | Dapat mendeteksi dengan hasil tidak menggunakan masker (gambar 35) | Dapat mendeteksi dengan hasil tidak menggunakan masker (gambar 35) |
| Wanita yang menggunakan masker kecantikan | Dapat mendeteksi dengan hasil menggunakan masker (gambar 36) | Dapat mendeteksi dengan hasil menggunakan masker (gambar 36) |

IV. DISKUSI

Deteksi penggunaan masker dalam penelitian ini menggunakan varian YOLO v5 yang paling ringan yakni yolov5s, didukung dengan pemilihan nilai minimal pada saat training model yakni pemilihan nilai batch maksimal pada angka 64 dan epoch maksimal pada angka 170, hal ini ditujukan untuk mendapat nilai optimal, beserta evaluasi nilai akurasi yang didapat. Evaluasi akurasi penting dilakukan untuk menunjukkan apakah akurasi yang tinggi selalu menghasilkan nilai kebenaran deteksi yang tinggi pula sama seperti penelitian [23] dan Sebagian besar penelitian menyajikan hasil bahwa akurasi merupakan suatu hal penting untuk menilai kinerja sistem deteksi seperti pada penelitian [25] dan [26] terlepas dari fakto-faktor pembangun sistem tersebut. Namun pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa akurasi yang rendah yaitu 81% yang dimiliki model pertama mampu memberikan nilai kebenaran deteksi yang lebih tinggi daripada model kedua yang memiliki akurasi 86%. Hal ini dapat terjadi karena salah satu faktornya yakni adanya ketidakseimbangan data [27], dataset yang digunakan pada penelitian ini 79% merupakan kelas data “*with_mask*”, kemudian 18% merupakan kelas data “*without_mask*”, dan sisanya 3% merupakan kelas data “*mask_wearred_incorrect*”. Sehingga selama penelitian ini penulis menyimpulkan bahwa ketidakseimbangan data menjadikan model dengan akurasi yang tinggi memberikan hasil deteksi berupa kelas data mayoritas terhadap objek yang memiliki tingkat kemiripan dengan masker, meskipun objek tersebut adalah benda bukan wajah, dan model akan memberikan hasil deteksi berupa “*without_mask*” terhadap objek wajah yang terlihat hidung dan mulutnya meskipun masih menggunakan masker yang letaknya didagu. Disamping itu juga dalam penelitian ini dapat diketahui jangkauan deteksi yang dilakukan model, dengan berbagai macam kondisi seperti penggunaan cadar, helm, masker karakter, dan jenis masker lain yang jarang ditemui di tempat umum, yang mana jangkauan tersebut memiliki batas jika objek wajahnya tertutupi sesuatu yang masih terlihat bagian mata dengan jelas diikuti alis dan batang hidung bagian atas, model akan menyimpulkan bahwa objek tersebut menggunakan masker, namun beda kondisi jika bentuk masker tersebut menyerupai struktur wajah seperti tengkorak, meskipun tertutupi semua wajahnya kecuali mata tetap akan dideteksi model sebagai objek yang tidak menggunakan masker. Selain itu penggunaan helm *full-face* masuk deteksi sebagai objek yang menggunakan masker meski terdapat perbedaan hasil dengan model yang lain namun bagian moncong helm dihitung sebagai masker.

V. SIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengoptimalan penggunaan weight yolov5s.pt atau varian yolov5s dengan pengaturan kombinasi pada nilai ukuran citra antara 416 dan 640, kemudian batch pada nilai 8, 16, 32, dan 64, serta epoch pada nilai 120 dan 170 menghasilkan nilai F1 maksimal sebesar 85% dan mAP@0.5 maksimal sebesar 86%, dengan tingkat kestabilan deteksi berada pada mAP@0.5 81%. Pada penelitian ini juga dapat diketahui bahwa akurasi yang tinggi belum menjamin tingkat kebenaran deteksi yang tinggi. Batas deteksi yang dilakukan model berada pada jangkauan objek yang dideteksi harus terlihat bagian mata dengan jelas, bentuk masker yang menyerupai wajah akan dinilai sebagai objek yang tidak memakai masker. Sehingga pada penelitian selanjutnya diharapkan memperkaya dataset dengan berbagai macam kondisi dan jenis masker serta menyeimbangkan jumlah data berdasarkan kelasnya. Kemudian dari segi metode dapat melakukan kombinasi dengan metode lain untuk meningkatkan akurasi deteksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada Kaggle sebagai pihak yang membantu dalam pengumpulan dataset terkait dengan penelitian ini dan Github sebagai pihak yang membantu dalam pengambilan data model YOLO v5.

REFERENSI

- [1] M. Z. Alom, M. M. S. Rahman, M. S. Nasrin, T. M. Taha, and V. K. Asari, "COVID_MNet: COVID-19 Detection with Multi-Task Deep Learning Approaches," 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2004.03747>.
- [2] I. S. Walia, D. Kumar, K. Sharma, J. D. Hemanth, and D. E. Popescu, "An integrated approach for monitoring social distancing and face mask detection using stacked Resnet-50 and YOLOv5," *Electron.*, vol. 10, no. 23, pp. 1–15, 2021, doi: 10.3390/electronics10232996.
- [3] R. Dhand and J. Li, "Coughs and Sneezes: Their Role in Transmission of Respiratory Viral Infections, including SARS-CoV-2," *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 202, no. 5, pp. 651–659, 2020, doi: 10.1164/rccm.202004-1263PP.
- [4] C. Ferrari, T. Vecchi, G. Sciamanna, F. Blandini, A. Pisani, and S. Natoli, "Facemasks and face recognition: Potential impact on synaptic plasticity," *Neurobiol. Dis.*, vol. 153, no. February, p. 105319, 2021, doi: 10.1016/j.nbd.2021.105319.
- [5] M. Loey, G. Manogaran, M. H. N. Taha, and N. E. M. Khalifa, "Fighting against COVID-19: A novel deep learning model based on YOLO-v2 with ResNet-50 for medical face mask detection," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 65, p. 102600, 2021, doi: 10.1016/j.scs.2020.102600.
- [6] T. Guan *et al.*, "The effects of facemasks on airway inflammation and endothelial dysfunction in healthy young adults: A double-blind, randomized, controlled crossover study," *Part. Fibre Toxicol.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–12, 2018, doi: 10.1186/s12989-018-0266-0.
- [7] H. Shen *et al.*, "Individual and population level protection from particulate matter exposure by wearing facemasks," *Environ. Int.*, vol. 146, no. June 2020, p. 106026, 2021, doi: 10.1016/j.envint.2020.106026.
- [8] M. Risqi, "TINGKAT PENGETAHUAN TERHADAP POLUSI UDARAN DAN KEPATUHAN PENGGUNAAN MASKER PEKERJA OJEK ONLINE SELAMA PANDEMI COVID-19 PEKERJA OJEK ONLINE SELAMA," p. 110, 2022, [Online]. Available: [http://repository.stikesdrsoebandi.ac.id/385/1/17010110 Muhammad Risqi.pdf](http://repository.stikesdrsoebandi.ac.id/385/1/17010110%20Muhammad%20Risqi.pdf).
- [9] N. R. Smart, C. J. Horwell, T. S. Smart, and K. S. Galea, "Assessment of the wearability of facemasks against air pollution in primary school-aged children in London," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 11, pp. 1–13, 2020, doi: 10.3390/ijerph17113935.
- [10] J. Zhang and Q. Mu, "Air pollution and defensive expenditures: Evidence from particulate-filtering facemasks," *J. Environ. Econ. Manage.*, vol. 92, pp. 517–536, 2018, doi: 10.1016/j.jeem.2017.07.006.
- [11] S. Sarwono, P. Yudyastanti, and M. Marsito, "Hubungan Penggunaan Apd Masker Terhadap Risiko Gangguan Pernafasan Ispa Pada Pekerja Industri Pengolahan Kayu Di Wadaslintang," *J. Ilm. Kesehat. Keperawatan*, vol. 17, no. 2, p. 141, 2021, doi: 10.26753/jikk.v17i2.659.
- [12] J. Lelieveld, A. Pozzer, U. Pöschl, M. Fnais, A. Haines, and T. Münzel, "Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: A worldwide perspective," *Cardiovasc. Res.*, vol. 116, no. 11, pp. 1910–1917, 2020, doi: 10.1093/cvr/cvaa025.
- [13] J. Du, "Understanding of Object Detection Based on CNN Family and YOLO," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1004, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1004/1/012029.
- [14] Z. Huang, J. Wang, X. Fu, T. Yu, Y. Guo, and R. Wang, "DC-SPP-YOLO: Dense connection and spatial pyramid pooling based YOLO for object detection," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 522, pp. 241–258, 2020, doi: 10.1016/j.ins.2020.02.067.
- [15] T. Gelar *et al.*, "EDSENCE: Jurnal Pendidikan Multimedia Pendeteksian Penggunaan Masker Berbasis Android dan YOLOv5 untuk Media Video Realtime pada Ruang Perkantoran," vol. 4, no. 2, pp. 63–74, 2022.
- [16] H. V. Nguyen, J. H. Bae, Y. E. Lee, H. S. Lee, and K. R. Kwon, "Comparison of Pre-Trained YOLO Models on Steel Surface Defects Detector Based on Transfer Learning with GPU-Based Embedded Devices," *Sensors*, vol. 22, no. 24, 2022, doi: 10.3390/s22249926.
- [17] T. Abirami, P. Priakanth, and T. Madhuvanthi, "Effective face mask and social distance detection with alert system for covid-19 using YOLOv5 model," *Adv. Parallel Comput.*, no. 41, pp. 80–85, 2022, doi: 10.3233/APC220011.
- [18] M. E. Eren, N. Solovyev, E. Raff, C. Nicholas, and B. Johnson, "COVID-19 Kaggle Literature Organization," *Proc. ACM Symp. Doc. Eng. DocEng 2020*, 2020, doi: 10.1145/3395027.3419591.
- [19] A. Gholamy, V. Kreinovich, and O. Kosheleva, "Why 70/30 or 80/20 Relation Between Training and Testing

- Sets : A Pedagogical Explanation,” *Dep. Tech. Reports*, pp. 1–6, 2018.
- [20] J. Tao, H. Wang, X. Zhang, X. Li, and H. Yang, “An object detection system based on YOLO in Traffic Scene,” *2018 IEEE 4th Int. Conf. Comput. Sci. Netw. Technol. ICCSNT 2018*, pp. 315–319, 2018, doi: 10.1109/ICCSNT.2017.8343709.
- [21] C. Liu, Y. Tao, J. Liang, K. Li, and Y. Chen, “Object detection based on YOLO network,” *Proc. 2018 IEEE 4th Inf. Technol. Mechatronics Eng. Conf. ITOEC 2018*, no. Itoec, pp. 799–803, 2018, doi: 10.1109/ITOEC.2018.8740604.
- [22] D. Thuan, “Evolution of Yolo Algorithm and Yolov5: the State-of-the-Art Object Detection Algorithm,” p. 61, 2021, [Online]. Available: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/452552/Do_Thuan.pdf?sequence=2.
- [23] J. Ieamsaard, S. N. Charoensook, and S. Yammen, “Deep Learning-based Face Mask Detection Using YoloV5,” *Proceeding 2021 9th Int. Electr. Eng. Congr. iEECON 2021*, pp. 428–431, 2021, doi: 10.1109/iEECON51072.2021.9440346.
- [24] K. Wilianto, “Evaluation Metrics pada Computer Vision dari Klasifikasi hingga Deteksi Objek,” *medium*, 2021. <https://medium.com/data-folks-indonesia/evaluation-metrics-pada-computer-vision-dari-klasifikasi-hingga-deteksi-objek-5049d3fd90d2>.
- [25] S. Degadwala, D. Vyas, U. Chakraborty, A. R. Dider, and H. Biswas, “Yolo-v4 Deep Learning Model for Medical Face Mask Detection,” *Proc. - Int. Conf. Artif. Intell. Smart Syst. ICAIS 2021*, pp. 209–213, 2021, doi: 10.1109/ICAIS50930.2021.9395857.
- [26] A. Kumar, A. Kalia, K. Verma, A. Sharma, and M. Kaushal, “Scaling up face masks detection with YOLO on a novel dataset,” *Optik (Stuttg.)*, vol. 239, no. March, p. 166744, 2021, doi: 10.1016/j.jjleo.2021.166744.
- [27] K. Raj, “ML Classification-Why accuracy is not a best measure for assessing?,” *medium*, 2020. https://medium.com/@KrishnaRaj_Parthasarathy/ml-classification-why-accuracy-is-not-a-best-measure-for-assessing-ceed964ae47c (accessed Nov. 03, 2023).

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.