

Menghitung Luas Bangun Datar pada Papan Tulis Menggunakan Yolo

Alan Luthfi, Eko Mulyanto Yuniarno, Supeno Mardi Susiki Nugroho
Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: ekomulyanto@ee.its.ac.id

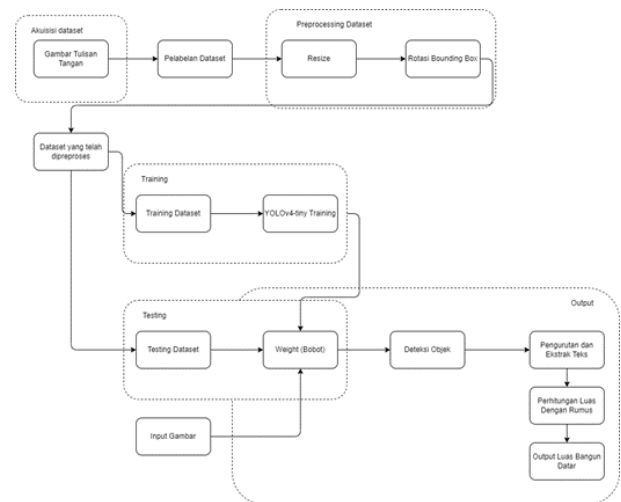
Abstrak—Papan tulis pintar memiliki potensial untuk menjadi alat pembelajaran revolusioner kedua setelah papan tulis hitam tradisional, karena papan tulis pintar yang bisa disematkan dalam ruang kelas modern bisa menggerakkan sekolah ke arah mode operasi digital yang lebih terintegrasi. Pada papan tulis pintar harus memiliki fitur yang dapat membedakan papan tulis pintar dengan papan tulis biasa, karena papan tulis pintar memiliki fitur-fitur atau kegunaan lebih superior daripada papan tulis biasa. Oleh karena itu diperlukan pengembangan fitur pada papan tulis pintar. Tujuan penelitian adalah membuat program yang dapat mendeteksi bangun datar dan parameternya lalu menghitung luas bangun datar pada papan tulis pintar. Metode yang akan digunakan adalah dengan menggunakan YOLO sebagai framework pengerjaan dalam pembuatan program deteksi bangun datar dan parameternya.

Kata Kunci—Deteksi gambar, Papan tulis, YOLO.

I. PENDAHULUAN

ALAT pengajaran revolusioner pertama yaitu papan tulis hitam digunakan pada pengajaran dalam ruang kelas pada tahun 1801 dan memiliki dampak yang besar dalam pengajaran selama 200 tahun kedepan. Papan tulis pintar memiliki potensial untuk menjadi alat pengajaran revolusioner kedua. Seperti halnya papan tulis hitam yang menjadi bagian dari kunci ruang kelas pada abad sembilan belas dan abad dua puluh, papan tulis pintar memiliki kapabilitas untuk menjadi bagian dari kunci ruang kelas digital pada abad dua puluh satu. Meskipun relatif baru, papan tulis pintar memiliki kapasitas yang sama untuk merubah fundamental dan merevolusionerkan cara mengajar. Dalam hal yang sama pada papan tulis hitam di zaman lampau yang merupakan teknologi yang digunakan oleh sekolah tradisional, papan tulis pintar sudah menampakkan fasilitas yang bisa digunakan oleh sekolah digital. Karena kapasitas papan tulis pintar yang bisa disematkan dalam ruang kelas modern, papan tulis pintar bisa menjadi katalis yang menggerakkan sekolah dari model tradisional berbasis kertas ke arah mode operasi digital yang lebih terintegrasi. Model sekolah tradisional berbasis kertas sudah ada dalam waktu yang cukup lama, namun kita mulai melihat pergantian pada sekolah diseluruh dunia untuk memaksimalkan potensial pembelajaran digital dan memanfaatkan keuntungan daripada kesempatan evolusi edukasi yang dibawa oleh dunia digital. Namun perlu diingat bahwa ini adalah permulaan daripada revolusi. Tantangan yang dihadapi oleh guru dalam pengembangan pada ruang kelas digital adalah untuk melihat potensial yang tersedia lalu memanfaatkannya, dan berkolaborasi dengan rekan kerja maupun peserta didik untuk menggunakan alat pembelajaran dalam dunia digital secara efektif [1].

Dengan menggunakan papan tulis pintar sebagai media pengajaran akan menyebabkan pembelajaran menjadi lebih



Gambar 1. Block diagram metodologi.

menyenangkan, kreatif, dan menarik. papan tulis pintar mempengaruhi pembelajaran dalam berbagai cara. papan tulis pintar dapat meningkatkan keterlibatan pelajar saat di dalam kelas dan memotivasi pelajar untuk antusias dalam belajar. papan tulis pintar dapat membantu dalam pembelajaran dan bisa digunakan dalam berbagai lingkungan belajar [2].

II. PENELITIAN TERDAHULU

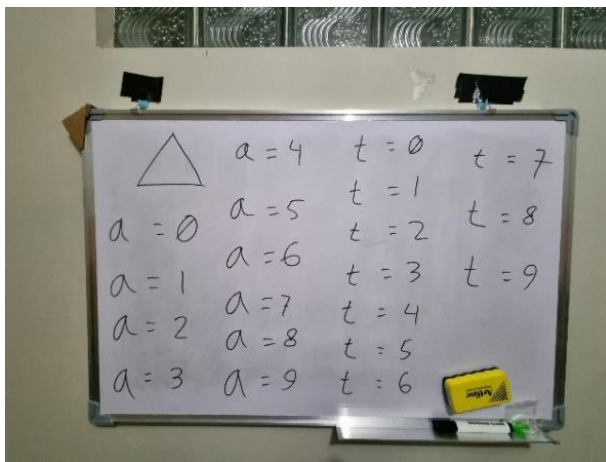
A. 2D Cam Capture: An Optimal Real-Time Dimension Measurement System

Pada tahun 2019 terdapat paper yang mengerjakan suatu pemrosesan gambar untuk mengukur luas suatu bangun datar 2 dimensi yang pengaplikasiannya dalam bentuk bahan tekstil. metode yang digunakan adalah dengan algoritma cam capture 2D menggunakan urutan gambar gambar teknik pengolahan. Ini memudahkan proses pengukuran dengan memberikan dimensi yang akurat dari berbagai bentuk tana distorsi. sistem berbasis visi komputer ini melibatkan penangkapan gambar, pemrosesan, dan analisis bentuk menggunakan perhitungan piksel algoritma sehingga memberikan pengukuran yang akurat [3]. pada penelitian sebelumnya dilakukan perhitungan luas daripada objek dua dimensi yang bentuknya tidak beraturan, untuk penelitian yang saya lakukan adalah menghitung luas bangun datar pada papan tulis dengan menggunakan metode YOLO.

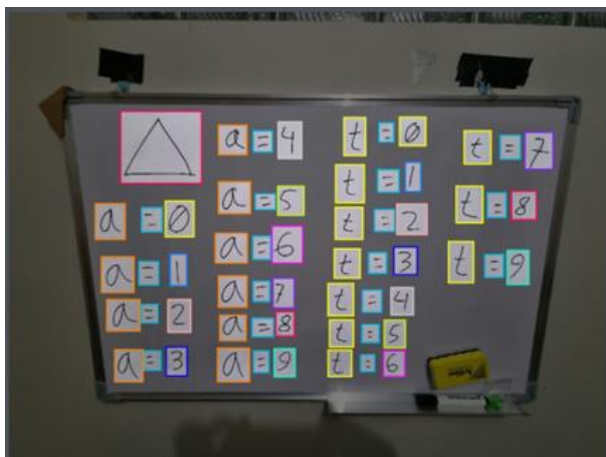
III. METODOLOGI

A. Alat dan Data

1. Dataset berupa gambar bangun datar segitiga, persegi, persegi panjang, lingkaran, dan trapesium yang berjumlah 50 per jenisnya.



Gambar 2. Contoh gambar segitiga dan parameternya.



Gambar 3. Proses pelabelan bangun datar segitiga menggunakan roboflow.

2. Dataset berupa gambar untuk parameter angka dan huruf
 - a. Untuk segitiga dibutuhkan parameter huruf a (alas) dan t (tinggi) berjumlah 50 per jenisnya.
 - b. Untuk persegi dibutuhkan parameter huruf s (sisi) berjumlah 50 per jenisnya.
 - c. Untuk persegi panjang dibutuhkan parameter huruf p (panjang) dan l (lebar) berjumlah 50 per jenisnya.
 - d. Untuk lingkaran dibutuhkan parameter huruf r (jari-jari) berjumlah 50 per jenisnya.
 - e. Untuk trapesium dibutuhkan parameter huruf a (sisi atas), b (sisi bawah), dan t (tinggi) berjumlah 50 per jenisnya.
3. Roboflow sebagai alat bantu pelabelan dan anotasi untuk training model YOLO.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem seperti Gambar 1. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur dan kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan. Gambar 1 menunjukkan bagan umum metodologi sistem.

1) Dataset

Proses pengumpulan dataset gambar bangun datar dan parameter pada papan tulis dilakukan dengan menuliskan sejumlah huruf parameter bangun datar dan gambar bangun datar pada media papan tulis kemudian dilakukan proses pengambilan foto. Proses tersebut diulang selama beberapa

Tabel 1.
Anotasi *Bounding Box* Untuk Setiap Kelas.

Kelas	Jumlah Anotasi
=	2161
Lingkaran	851
t	647
r	630
a	605
s	522
Segitiga	495
p	404
Persegi	378
Persegi Panjang	371
Trapesium	371
1	376
b	337
0	261
1	299
2	299
3	299
4	299
5	299
6	299
7	299
8	299
9	296

Tabel 2.
Konfigurasi YOLOv4-tiny.

Jenis Konfigurasi	Keterangan
batch	64
subdivision	32
width	416
height	416
Max_batches	46000
Step	36800, 41400
classes	23
filters	84
scales	.1,.1

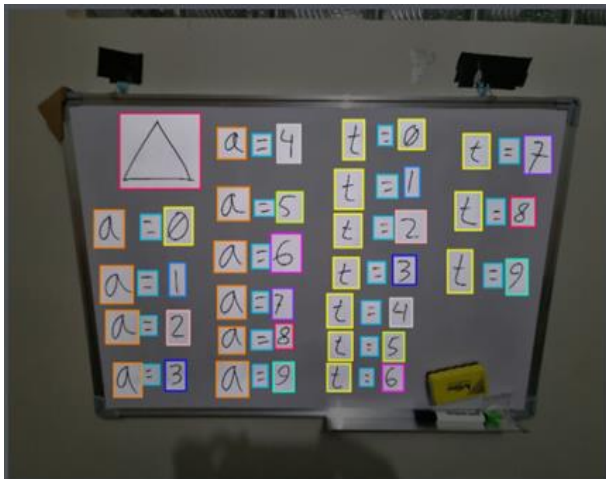
kali untuk setiap kelas parameter bangun datar dan gambar bangun datar. Seluruh tulisan parameter dan gambar bangun datar pada papan tulis ditulis oleh 1 orang yang sama, jumlah dataset seluruhnya adalah 269 gambar. Gambar 2 merupakan foto dataset citra gambar dan parameternya pada papan tulis.

Gambar 2 didapatkan gambar bangun datar segitiga yang merupakan objek bangun datar yang akan dideteksi oleh program. Selain itu huruf "a" dan huruf "t" merupakan parameter yang akan dideteksi oleh program untuk mengetahui parameter dari sebuah bangun datar segitiga. Angka "0" sampai "9" merupakan objek angka yang digunakan untuk perhitungan luas segitiga. Dan pada dataset bangun datar lainnya dibuat gambar bangun datarnya dan parameter huruf dan angka yang dibutuhkan.

2) Pelabelan Dataset

Proses pelabelan dilakukan dengan memberikan bounding box pada tiap citra yang telah dikumpulkan pada tahap 1, alat bantu pelabelan yang digunakan adalah roboflow.

Pelabelan pada Gambar 3 didapatkan gambar bangun datar segitiga yang merupakan objek bangun datar yang akan dideteksi oleh program. Selain itu huruf "a" dan huruf "t" merupakan parameter yang akan dideteksi oleh program untuk mengetahui parameter dari sebuah bangun datar persegi. Angka "0" sampai "9" merupakan objek angka yang digunakan untuk perhitungan luas segitiga. Dan pada dataset bangun datar lainnya dibuat pelabelan gambar bangun datarnya dan parameter huruf dan angka yang dibutuhkan.



Gambar 4. Sebelum rotasi *bounding box*



Gambar 5. Gambar sebelum dan setelah proses *bounding box rotation*.

3) *Preproses Dataset*

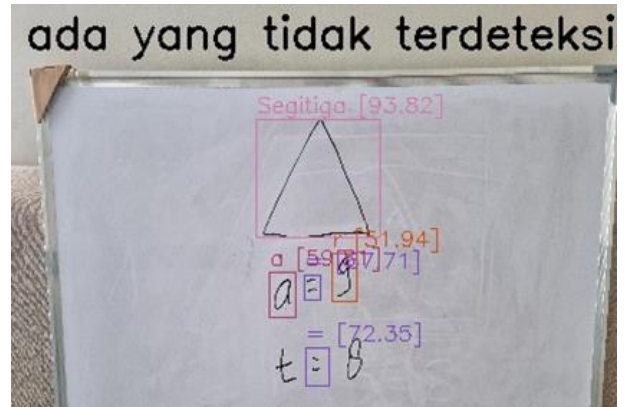
Setelah dilakukan proses pelabelan pada tahap Training, output yang dihasilkan yaitu gambar yang memiliki bounding box, dan apabila di-export maka dataset hasil pelabelan terdiri dari 2 file yaitu file citra itu sendiri dan juga file txt yang berisi koordinat bounding box yang ada pada suatu citra tersebut. Adapun total persebaran anotasi bounding box pada masing-masing kelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada tahap pre-process, citra yang telah diberi label selanjutnya diberikan sejumlah proses bounding box rotation agar didapatkan augmentasi data untuk data training dan memperbanyak jumlah dataset, selain itu dilakukan resize sebesar gambar menjadi ukuran 416 x 416 sesuai dengan konfigurasi pada Table 2, sehingga hasilnya seperti pada Gambar 5.

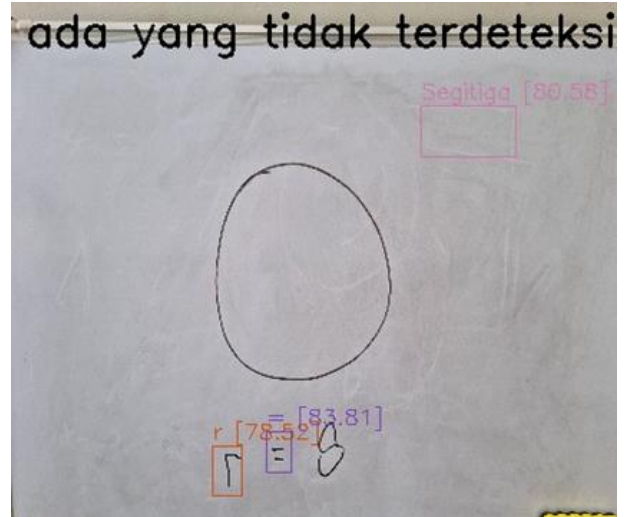
Pada Gambar 4 didapatkan citra bangun datar dan parameternya yang telah diberikan label, selanjutnya akan diberikan augmentasi bounding box rotation dan resize yang akan menghasilkan gambar seperti Gambar 5.

4) *Training*

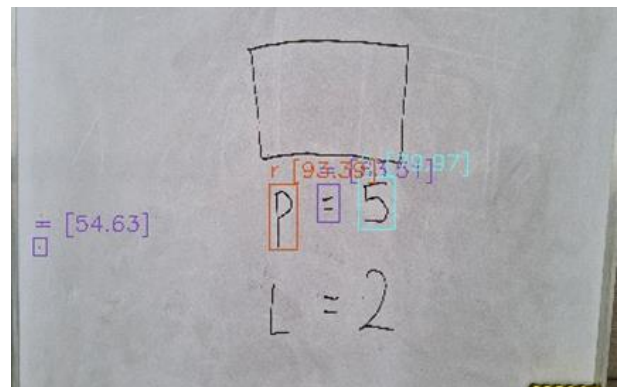
Setelah didapatkan anotasi dari kelas-kelas objek yang dideteksi yang dilakukan pada tahap preproses, hasil anotasi tersebut diteruskan menuju proses training. Proses ini



Gambar 6. Deteksi segitiga menggunakan tulisan orang lain.



Gambar 7. Deteksi lingkaran menggunakan tulisan orang lain.



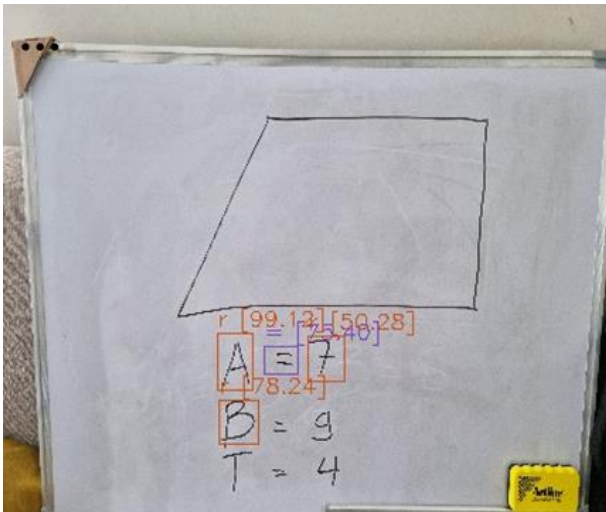
Gambar 8. Deteksi persegi panjang menggunakan tulisan orang lain.

bertujuan untuk melatih komputer dengan cara mengolah gambar dan anotasi yang telah dibuat sehingga terbentuk pola atau karakteristik dari masing-masing kelas yang akan menjadi bahan pertimbangan komputer dalam mencapai sebuah keputusan atau prediksi.

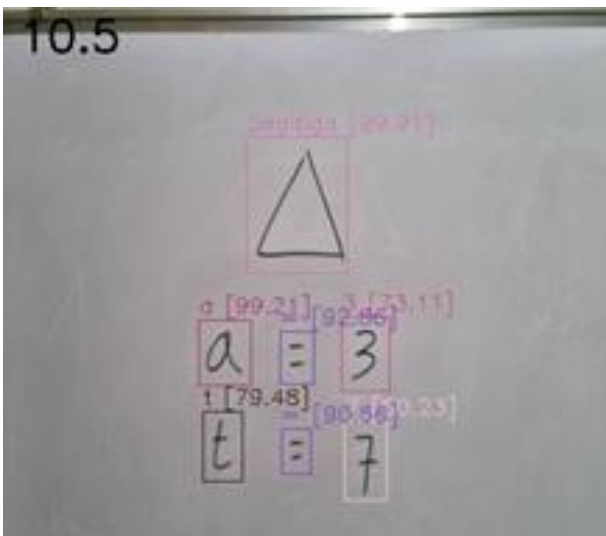
Metode Yolov4-tiny digunakan dalam penelitian ini karena Yolov4-tiny dirancang berdasarkan metode Yolov4 untuk membuatnya memiliki kecepatan deteksi objek yang lebih cepat. Proses training menggunakan YOLOv4-tiny sebagai load weight dengan konfigurasi seperti Tabel 2.

5) *Testing dan Output*

Proses ini, diawali dengan melakukan pengujian pada model (weight) hasil training yang telah didapatkan dengan menggunakan Testing dataset sehingga didapatkan nilai TP, FP, dan FN. Setelah itu, pengujian juga dilakukan dengan



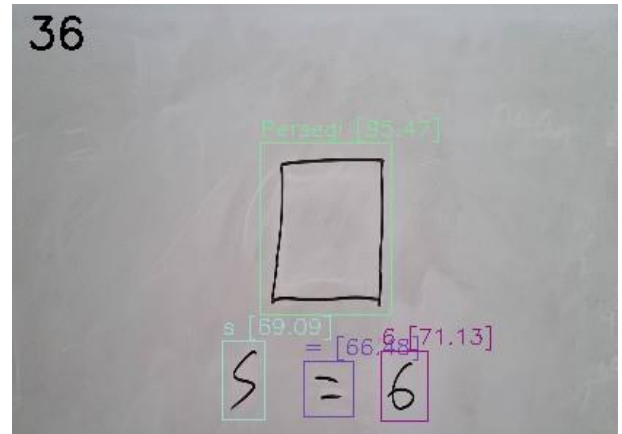
Gambar 9. Ddeteksi trapesium menggunakan tulisan orang lain.



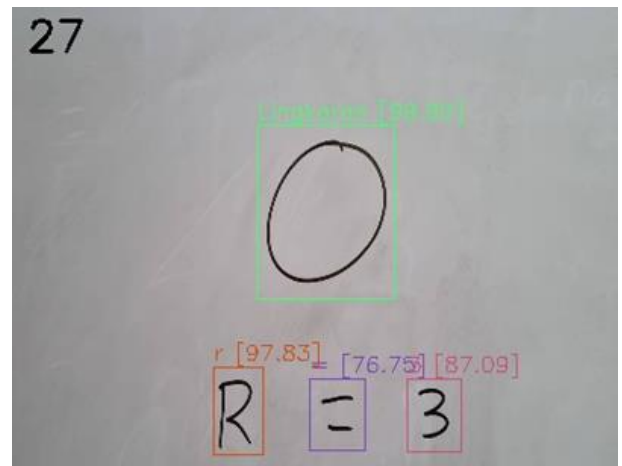
Gambar 10. Deteksi segitiga dan hasilnya pada pengambilan gambar 40cm.

meng-input-kan gambar atau video baik video hasil rekaman maupun real-time video. Kemudian dilakukan deteksi dan klasifikasi tulisan tangan huruf, angka, dan bangun datar pada gambar atau video yang telah di-input-kan tersebut dengan menggunakan model yang telah didapatkan sebelumnya. Setelah itu, akan diperoleh dimensi dari objek yang dideteksi. Dengan ada dimensi objek yaitu tulisan tangan huruf, angka, dan operator aritmatika, maka output dari sistem akan memberikan bounding box pada objek yang terdeteksi. Kemudian label juga akan diberikan pada bounding box tersebut.

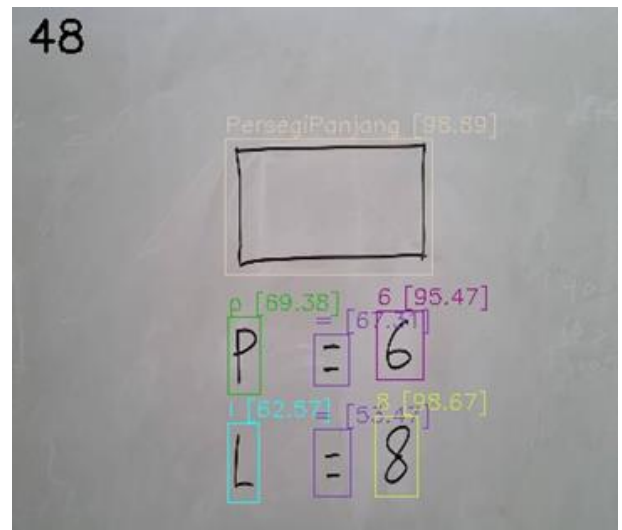
Lalu bounding box akan diurutkan oleh program, yang mana apabila belum mencapai threshold tertentu tidak akan membuat baris yang baru, namun apabila sudah melebihi threshold tertentu akan membuat baris yang baru. Setelah dilakukan pengurutan, selanjutnya adalah mengambil angka untuk dilakukan proses selanjutnya, yaitu perhitungan dengan rumus bangun datar yang terdeteksi. Rumus yang digunakan oleh program tergantung dari bangun yang terdeteksi pada awal pendeteksian. Apabila ada salah satu bangun datar, huruf, atau angka yang tidak terdeteksi, maka hasil yang dikeluarkan adalah teks "ada yang tidak terdeteksi", atau "..." apabila bangun datar tidak terdeteksi sama sekali.



Gambar 11. Deteksi persegi dan hasilnya pada pengambilan gambar 40cm.



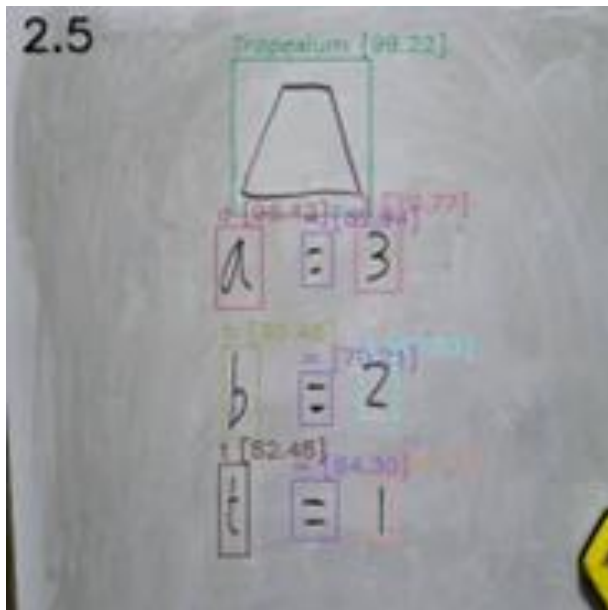
Gambar 12. Deteksi lingkaran dan hasilnya pada pengambilan gambar 40cm.



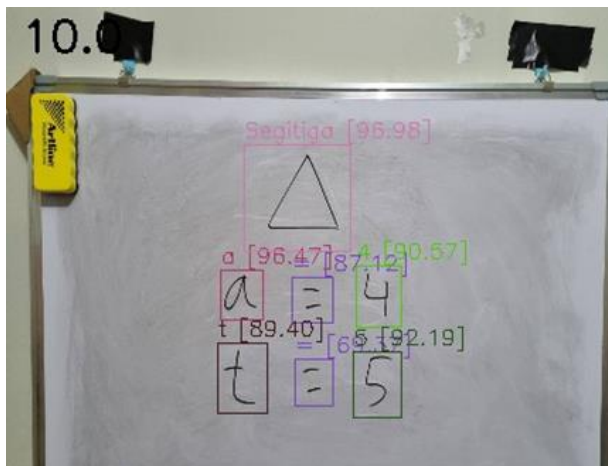
Gambar 13. Deteksi persegi panjang dan hasilnya pada pengambilan gambar 40cm.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dipaparkan hasil pengujian serta analisis dari desain sistem dan implementasi. Data yang digunakan dalam pengujian diambil dari kamera handphone. Pengambilan data yang digunakan adalah gambar tulisan tangan sendiri dan tulisan orang lain. Dipaparkan skenario pengujian hasil training, pada tahapan skenario pengujian terdapat 4 jenis pengujian yaitu:



Gambar 17. Deteksi trapesium dan hasilnya pada pengambilan gambar 40cm.



Gambar 18. Deteksi segitiga dan hasilnya pada pengambilan gambar 60cm.

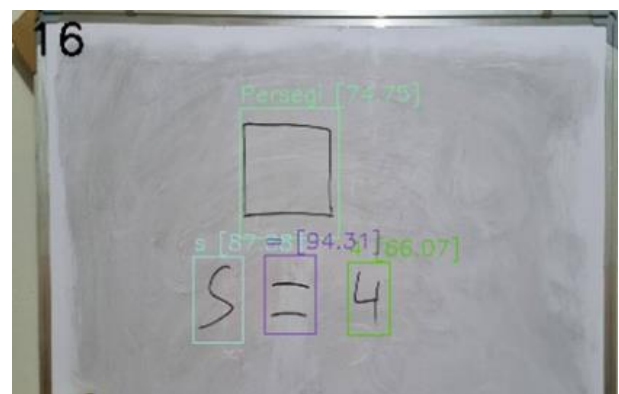
1. Pengujian Menggunakan tulisan orang lain.
2. Pengujian menggunakan jarak pengambilan gambar yang berbeda.

A. Pengujian menggunakan tulisan orang lain

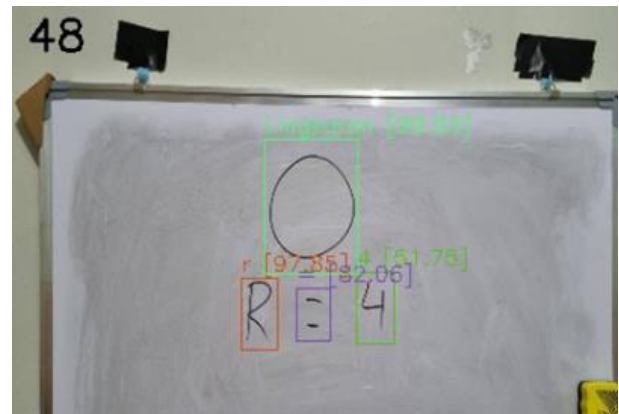
Pada tahap pengujian ini, data yang digunakan adalah gambar bangun datar beserta parameternya dari tulisan tangan orang lain. Setelah itu dilakukan deteksi objek bangun datar beserta parameternya, dilanjutkan dengan perhitungan luas. Pengujian ini bermaksud untuk melihat seberapa berhasilnya bila model yang sudah di training pada tahap training di uji coba menggunakan tulisan tangan orang lain. berikut pada Gambar 6 sampai 9 adalah hasilnya.

Pada Gambar 6 didapatkan tidak sepenuhnya berhasil deteksi daripada gambar bangun datar segitiga beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan tidak berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari gagalnya perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar dengan penjelasan "ada yang tidak terdeteksi".

Pada Gambar 7 didapatkan tidak sepenuhnya berhasil deteksi daripada gambar bangun datar lingkaran beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan tidak berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari gagalnya



Gambar 14. Deteksi persegi dan hasilnya pada pengambilan gambar 60cm.



Gambar 15. Deteksi lingkaran dan hasilnya pada pengambilan gambar 60cm.



Gambar 16. Deteksi persegi panjang dan hasilnya pada pengambilan gambar 60cm.

perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar dengan penjelasan "ada yang tidak terdeteksi".

Pada Gambar 8 didapatkan tidak sepenuhnya berhasil deteksi daripada gambar bangun datar persegi panjang beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan tidak berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari gagalnya perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar dengan penjelasan "...".

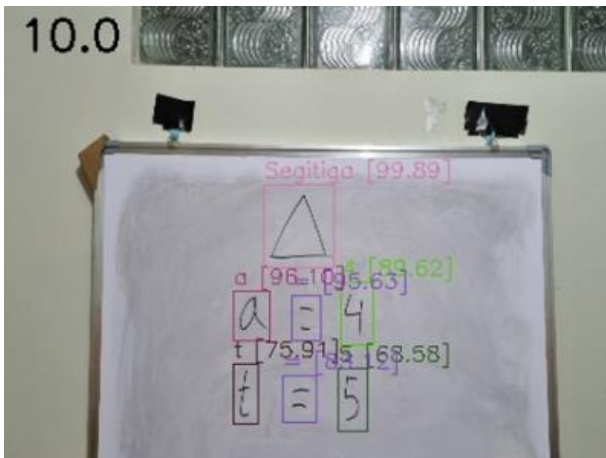
Pada Gambar 9 didapatkan tidak sepenuhnya berhasil deteksi daripada gambar bangun datar trapesium beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan tidak berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari gagalnya perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar dengan penjelasan "...".



Gambar 22. Deteksi trapesium dan hasilnya pada pengambilan gambar 60cm.



Gambar 19. Lingkaran dan Hasilnya Pada Pengambilan Gambar 80cm.



Gambar 23. Deteksi segitiga dan hasilnya pada pengambilan gambar 80cm.



Gambar 20. Deteksi persegi panjang dan hasilnya pada pengambilan gambar 80cm.



Gambar 24. Deteksi persegi dan hasilnya pada pengambilan gambar 80cm.



Gambar 21. Deteksi trapesium dan hasilnya pada pengambilan gambar 80cm.

B. Pengujian menggunakan jarak pengambilan gambar yang berbeda

Pada pengujian menggunakan ukuran tulisan yang berbeda dilakukan pengujian menggunakan tulisan tangan si peneliti dengan jarak pengambilan gambar yang berbeda, setelah itu dilakukan deteksi objek bangun datar beserta parameternya, dilanjutkan dengan perhitungan luas. Pengujian ini bermaksud untuk melihat seberapa berhasilnya bila model yang sudah di training pada tahap training di uji coba menggunakan ukuran tulisan atau jarak pengambilan gambar yang berbeda. Jarak yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Jarak pengambilan gambar 40cm.
2. Jarak pengambilan gambar 60cm.
3. Jarak pengambilan gambar 80cm.

1) Jarak Pengambilan Gambar 40cm

Pada Gambar 10 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar segitiga beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 11 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar persegi beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas

yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 12 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar lingkaran beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 13 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar persegi panjang beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 14 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar trapesium beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

2) Jarak Pengambilan Gambar 60 Cm

Pada Gambar 15 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar segitiga beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 16 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar persegi beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 17 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar lingkaran beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 18 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar persegi panjang beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 19 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar trapesium beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

3) Jarak Pengambilan Gambar 80 Cm

Pada Gambar 20 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar segitiga beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 21 didapatkan tidak berhasil sepenuhnya deteksi daripada gambar bangun datar persegi beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan tidak berhasilnya perhitungan luas yang mana akan memberikan pesan kesalahan "ada yang tidak terdeteksi".

Pada Gambar 22 didapatkan berhasilnya deteksi daripada gambar bangun datar lingkaran beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan berhasilnya perhitungan luas

yang mana hasil dari perhitungan luas diletakkan pada pojok kiri atas window gambar.

Pada Gambar 23 didapatkan tidak berhasil sepenuhnya deteksi daripada gambar bangun datar persegi panjang beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan tidak berhasilnya perhitungan luas yang mana akan memberikan pesan kesalahan "ada yang tidak terdeteksi".

Pada Gambar 24 didapatkan tidak berhasil sepenuhnya deteksi daripada gambar bangun datar trapesium beserta parameter huruf dan angka, yang mengakibatkan tidak berhasilnya perhitungan luas yang mana akan memberikan pesan kesalahan "ada yang tidak terdeteksi"

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: (1) Pendeteksian bangun datar beserta parameter huruf dan angka pada tulisan sendiri untuk beberapa bangun datar yang berhasil akan memberikan hasil perhitungan luas dengan benar. (2) Pendeteksian bangun datar beserta parameter huruf dan angka pada tulisan sendiri untuk beberapa bangun datar masih kurang berhasil, dan perhitungan yang dihasilkan menjadi tidak didapatkan. (3) Pendeteksian bangun datar beserta parameter huruf dan angka pada tulisan orang lain untuk semua bangun datar masih kurang berhasil, dan perhitungan yang dihasilkan menjadi tidak didapatkan. (4) Pendeteksian bangun datar beserta parameter huruf dan angka pada tulisan orang lain untuk semua bangun bahkan tidak terdeteksi bangun datarnya, mengakibatkan hasil menjadi "...". (5) Pendeteksian bangun datar beserta parameter huruf dan angka untuk semua bangun pada jarak yang berbeda akan berpengaruh pada hasil yang dileuarkan. semakin jauh jarak maka akurasi akan semakin menurun. (6) Jarak minimum agar pendeteksian bangun datar beserta parameter huruf dan angka berhasil didapatkan pada jarak pengambilan gambar 40cm dan maksimum 60cm.

VI. SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut pada penelitian tugas akhir ini, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan, antara lain: (1) anotasi untuk objek yang belum terdeteksi perlu ditambahkan. (2) dataset tulisan orang lain dibutuhkan agar menggunakan tulisan orang lain dapat dideteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. J. Lant Carol Leand Lawson, *Interactive Whiteboard Use and Student Engagement*, vol. 1. Orrell, Janice; Publishing Higher Degree Research; 33-42; SensePublishers : Rotterdam, 2016.
- [2] S. J. Jelyani, A. Janfaza, and A. Soori, "Integration of smart boards in EFL classrooms," *International Journal of Education and Literacy Studies*, vol. 2, no. 2, pp. 20–23, Jun. 2014, doi: 10.7575/aiac.ijels.v.2n.2p.20.
- [3] Venkatesan. B*, Sudharsan. T, Sugitha. S, Sumithaa. S, and Swarga. S.R, "2D cam capture: an optimal real-time dimension measurement system," *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, vol. 8, no. 4, pp. 10856–10862, Nov. 2019, doi: 10.35940/ijrte.D4381.118419.