

# Perbaikan Citra Plat Nomor Miring dengan Yolo dan *Image Wrapping*

Muhammd Risqi Firdaus (13520043)  
Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung  
risqi.firdaus20@gmail.com

**Abstract**—Perkembangan teknologi telah membawa perubahan pada kegiatan manusia. Modernisasi tilang telah membawa transformasi pada penggunaan citra. Namun, di balik hal tersebut, muncul tantangan berupa hasil deteksi dan potongan citra plat nomor yang tidak proporsional. Penelitian ini melakukan pengujian metode koreksi citra potongan plat nomor menggunakan model pembelajaran mendalam Yolo dan transformasi perspektif. Hasil dari penelitian ini menunjukkan, pada citra dengan kualitas atau resolusi yang baik, didapatkan hasil transformasi yang baik pula. Namun, pada citra yang memotong plat nomor secara tidak sempurna, hasil transformasi dapat menyebabkan karakter plat nomor salah dibaca akibat potongan yang dibentuk.

**Keywords**—citra plat nomor, transformasi perspektif, Yolo.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin maju telah mendorong perubahan pada kehidupan manusia. Termasuk pada penegakan hukum di jalan. Sistem tilang konvensional yang sebelumnya dilakukan oleh polisi secara langsung mulai beralih menjadi sistem tilang elektronik. Sistem tilang elektronik menjadi dominan terlebih semenjak pandemi covid-19 serta dorongan untuk menciptakan *good governance* melalui teknologi *smart city*.

Sistem tilang elektronik bekerja melalui penyimpanan data plat nomor kendaraan yang melanggar aturan lalu lintas. Plat nomor kendaraan diidentifikasi melalui kamera lalu lintas yang terdapat di berbagai tempat. Citra plat diambil dari frame-frame citra kendaraan bergerak. Dari citra tersebut diekstraksi plat nomor kendaraan melalui langkah-langkah berikut, deteksi apakah kendaraan melanggar lalu lintas. Jika iya, identifikasi letak plat nomor, kemudian lakukan pemotongan dan pembacaan plat nomor kendaraan tersebut.

Kendati telah memberikan keuntungan efisiensi pada proses penegakan hukum, sistem ini masih dihadapkan pada sejumlah tantangan, terutama dalam mengidentifikasi plat nomor pada kendaraan bergerak dengan kondisi pencahayaan yang bervariasi. Frame citra plat nomor yang didapat dari kendaraan bergerak dapat memberikan efek plat nomor seperti terotasi atau memiliki perspektif yang sulit untuk dibaca. Hal ini dapat menyebabkan kesulitan dalam proses pembacaan (*optical character recognition*).

Salah satu aspek kritis dalam proses identifikasi ini adalah penanganan gambar plat nomor yang mengalami rotasi tidak

proporsional tersebut. Posisi kamera yang berada di atas juga dapat memperumit situasi ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan fokus pada perbaikan citra pada potongan gambar plat nomor yang terotasi, sehingga meningkatkan keakuratan identifikasi dalam sistem tilang elektronik. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi signifikan dalam mengoptimalkan efektivitas dan akurasi sistem tilang elektronik dalam penegakan aturan lalu lintas.



Gambar 1, 2, 3, 4. Citra plat nomor terotasi

## II. LANDASAN TEORI

### A. Citra

Citra atau yang sering disebut gambar pada bidang dwimatra (2-D) adalah sinyal dwimatra atau dua dimensi yang bersifat kontinu dan dapat diamati oleh sistem visual manusia. Visual manusia akan menangkap citra sebagai kombinasi antara titik, garis, dan warna yang menciptakan efek imitasi dari objek fisik.

Secara matematis, citra adalah representasi spasial dari objek sebenarnya dalam bidang kartesian dua dimensi. Pada tiap koordinat direpresentasikan satu sinyal terkecil dari objek tersebut[1]. Representasi spasial tersebut digambarkan dalam sebuah fungsi dua parameter pada bidang dua dimensi yang menyatakan nilai intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Parameter dari citra tersebut terdiri atas koordinat titik-titik yang menjadi penyusun citra. Persamaan citra dapat digambarkan sebagai berikut,

$$f(x, y) = z$$

$(x, y)$  : koordinat pada bidang dua dimensi

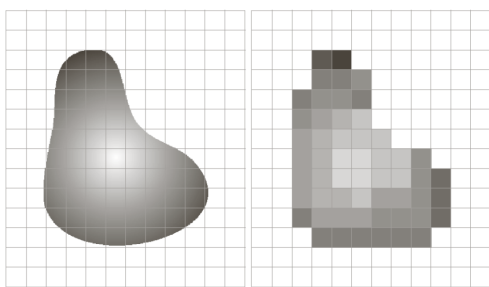
$z$  : intensitas cahaya (brightness) atau kecerahan pada titik  $(x,y)$

### B. Citra Digital

Citra digital adalah representasi citra kontinu melalui pencuplikan atau pengambilan sampel secara ruang dan waktu. Pengambilan sampel secara ruang dilakukan berdasarkan koordinat kartesian sinyal  $(x,y)$ . Sedangkan, pencuplikan secara ruang dan waktu dilakukan dengan penataan citra menjadi sederet frame penyusun video digital.

Citra digital disimpan dalam sebuah larik (*array*) yang berisi nilai riil maupun kompleks yang dipresentasikan dengan deretan bit tertentu [1]. Sebagaimana pada citra yang direpresentasikan dalam fungsi  $f(x,y)$  citra digital merepresentasikan koordinat spasial tersebut dalam larik dua dimensi dengan nilai  $f(x,y)$  disimpan dalam larik tersebut. Nilai fungsi tersebutlah yang kemudian menyimpan tingkat keabuan pada tiap titik citra.

Nilai keabuan atau sinyal tersebut kemudian direpresentasikan dalam sebuah pixel atau titik yang menggambarkan objek secara sekilas. Kumpulan pixel itu lah yang disebut dengan raster, yang kemudian dalam dunia digital disimpan dan disebut sebagai citra.



Gambar 5. Representasi sinyal dan tingkat keabuan citra dalam larik pixel (raster)

### C. Pengenalan Pola

Pola adalah suatu entitas yang dapat diidentifikasi melalui ciri-ciri atau harmonisasi keterurutan yang terbentuk. Ciri atau harmonisasi tersebut yang digunakan untuk membedakan suatu pola dengan pola lainnya. Ciri atau harmonisasi yang bagus adalah ciri yang memiliki pembeda yang tinggi, sehingga pengelompokan urutan berdasarkan ciri tersebut dapat dilakukan dengan keterurutan yang tinggi.

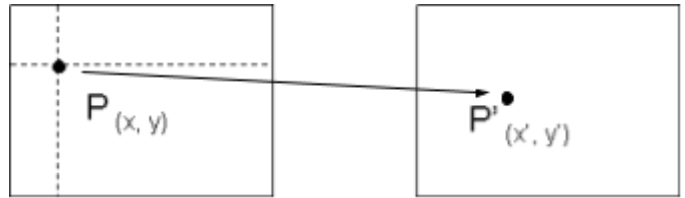
Alur pengenalan pola pada citra dilakukan dengan melakukan pencarian dan seleksi atas fitur atau nilai ciri pada citra tersebut. Kemudian, dilakukan klasifikasi atau pengelompokan pola-pola pada citra dengan algoritma klasifikasi. Alur tersebut, dapat digambarkan melalui struktur sistem berikut,



Gambar 6. Alur pengenalan pola pada citra

### D. Image Warping

*Image warping* adalah proses transformasi kumpulan titik atau pixel pada suatu citra asal menjadi citra lain. Proses transformasi ini dilakukan dengan pemetaan atau manipulasi digital sehingga terjadi perubahan bentuk atau distorsi pada citra asal. *Image warping* dapat digunakan untuk mengoreksi citra, maupun proses kreatif.



Gambar 7. Gambaran *image wrapping* pada koordinat  $P(x,y)$

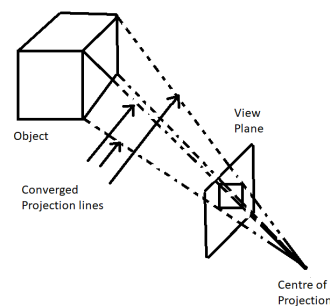
Proses pemetaan citra dilakukan dengan memetakan titik  $P(x,y)$  pada citra asal menjadi titik  $P'(x',y')$  melalui persamaan transformasi  $f$ . Berikut adalah gambaran dari transformasi citra yang dilakukan.

$$P'(x',y') = f(P(x,y))$$

Dalam melakukan proses ini, dimungkinkan adanya penyesuaian citra melalui proses resampling citra asal jika pemetaan yang dilakukan dari  $P$  ke  $P'$  tidak menghasilkan citra tujuan yang sempurna.

### E. Transformasi Perspektif Citra

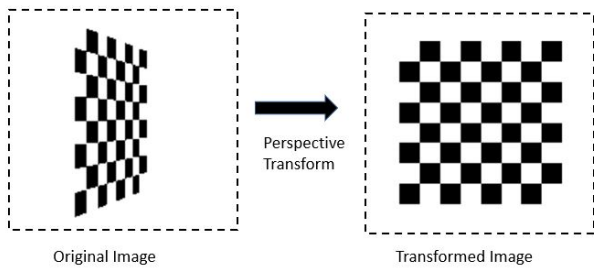
Mata manusia melihat sesuatu yang lebih dekat terkesan lebih besar daripada sesuatu yang jauh, inilah yang disebut perspektif. Secara umum, transformasi perspektif bekerja pada tampilan tiga dimensi ke ranah dua dimensi. Pada transformasi perspective setidaknya ada beberapa titik acuan yang digunakan yakni, titik acuan mata atau kamera, bidang lihat serta objek yang dilihat. Pada perspective transformation, mata akan dijadikan sebagai titik awal observasi Kemudian dari titik tersebut, ditarik garis proyeksi ke sudut-sudut objek melalui bidang penglihatan [2].



Gambar 8. Proyeksi perspektif

Pada pengaplikasiannya, transformasi perspektif akan mengubah titik pandang berdasarkan titik acuan tadi. Dengan titik acuan yang disebutkan, dapat diubah lokasi titik-titik awal dengan tetap mempertimbangkan bentuk asli melalui efek ilusi

mata yang dibuat. Dengan melakukan teknik ini, akan didapatkan bentuk objek yang lebih proporsional.



Gambar 9. Bentuk transformasi perspektif pada objek citra

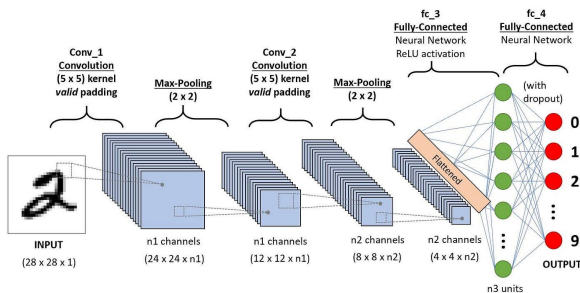
### F. Pembelajaran Mesin

Pembelajaran mesin adalah salah satu subset dari kecerdasan buatan atau AI. Pembelajaran mesin bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kerja atas suatu tugas dengan melakukan generalisasi dari data latih yang disediakan tanpa perlu diprogram secara eksplisit[3]. Pembelajaran mesin dapat digunakan pada pemrosesan citra dengan menjadikan matriks dari citra sebagai data latih.

### G. Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran mendalam adalah salah satu subset dari pembelajaran mesin yang terdiri atas jaringan saraf tiruan dengan jumlah lapisan tiga atau lebih. Pembelajaran mendalam adalah *framework* yang sangat *powerful* pada tugas *supervised learning*. Salah satu bentuk dari pembelajaran mendalam adalah CNN.

CNN atau convolutional neural network adalah aplikasi jaringan syaraf tiruan dengan lapisan konvolusi. Lapisan konvolusi adalah lapisan yang digunakan untuk mereduksi ukuran suatu matriks. CNN menghasilkan performa yang sangat baik pada data dengan bentuk grid, seperti citra yang berbentuk grid dwimatra. CNN dapat digunakan untuk tugas-tugas seperti klasifikasi dan deteksi objek.

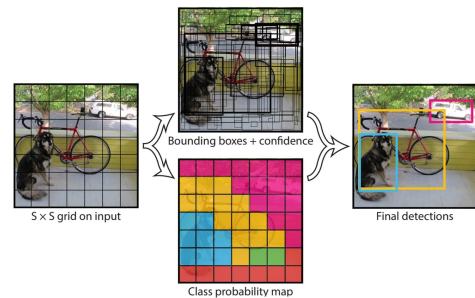


Gambar 10. CNN untuk tugas klasifikasi

### H. YOLO

YOLO atau You Only Look Once model adalah model pembelajaran mendalam berbasis CNN yang menjadi pendekatan baru pada deteksi objek. Yolo bekerja dengan membagi citra masukan menjadi sejumlah grid. Kemudian, memprediksi nilai probabilitas bounding box. Bounding box dihasilkan dengan memasukkan citra input yang dilihat sekali ke dalam layer konvolusi. Arsitektur Yolo terdiri atas 24 layer

konvolusi diikuti 2 *fully connected layer*. Yolo terbukti menghasilkan performa yang lebih baik dari jenis model konvolusi lain[4].



Gambar 11. Ilustrasi cara yolo melakukan prediksi.

## III. IMPLEMENTASI SOLUSI

Solusi diimplementasikan dengan bahasa python v3.8.10 dengan library ultralytics dan OpenCV. Dataset potongan citra plat nomor yang digunakan berasal dari data Big Data Challenge 2023. Deteksi ujung dari plat menggunakan model terlatih Yolo yang telah di-*finetune* dengan bounding box yang dianotasi manual. Teknik ini dipilih karena tidak semua citra menyediakan tepi dari plat nomor, sehingga diperlukan model generalisasi yang dapat memperkirakan bagian paling ujung dari plat nomor tanpa mengetahui garis tepinya. Pelatihan model dilakukan di Cloud menggunakan GPU google collab.

Secara umum metode yang digunakan terbagi menjadi dua proses utama, yakni deteksi kemiringan plat nomor dan pemotongan serta transformasi perspektif plat. Pada proses pertama digunakan model Yolo sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya. Model Yolo yang digunakan adalah model versi 8 terlatih segmentasi. Dari segmen yang ditemukan, kemudian dicari empat titik terujungnya. Dari titik tersebut kemudian dilakukan ekspansi dan dijadikan acuan pemotongan dan identifikasi kemiringan citra.

Kemudian, citra yang telah dipotong ditransformasi perspektif menggunakan library openCV. Library ini bekerja dengan mengalikan citra dengan matriks transformasi perspektif. Maka akan didapatkan citra yang telah dikoreksi dengan empat titik terluar plat sebagai titik ujung citra.

### A. Prediksi Tepi

Pada prediksi tepi digunakan model Yolo karena tepi yang didapatkan bukan dari garis tepi atau perubahan tingkat keabuan ujung plat nomor. Melainkan, dengan menggeneralisasi bagian tengah citra. Citra masukan akan diprediksi bounding box segment yang terbentuk. Dari bounding box tersebut, akan diambil gambar dengan threshold nilai probabilitas di atas 0.5, jika nilainya di bawah 0.5, maka pixel tersebut akan dihapus. Dari hasil potongan kemudian digambar bounding box asli dan hasil ekspansi.





Gambar 12. Hasil bounding Box deteksi oleh Yolo

Berikut adalah kode program untuk memotong dan mendapatkan potongan dari model Yolo yang telah di-*finetune* untuk mendapatkan bounding box dari yolo-seg.

```

model = YOLO(<modelYoloFineTune>)
filepath = "train/DataTrain150.png"
results = model(filepath, imgsiz=224)
imc = cv2.imread(filepath)
print(results[0].masks)
dim = results[0].masks.data.shape
img = cv2.resize(imc, (dim[2], dim[1]))

m = torch.squeeze(results[0].masks.data)
composite = torch.stack((m, m, m), 2)
tmp = img *
composite.cpu().numpy().astype(np.uint8)
crop = tmp

```

Berikut adalah kode untuk menggambar bounding box yang akan dipilih.

```

cropped = crop.copy()
gray = cv2.cvtColor(cropped,
cv2.COLOR_BGR2GRAY)
_, binary = cv2.threshold(gray, 1, 255,
cv2.THRESH_BINARY)

contours, hierarchy =
cv2.findContours(binary,
cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
contour = max(contours,
key=cv2.contourArea)
epsilon = 0.02 * cv2.arcLength(contour,
True)
approx = cv2.approxPolyDP(contour,
epsilon, True)

perspective_parallelogram = []
if len(approx) == 4:
    for i in range(len(approx)):
        point_before = approx[i %
len(approx)][0]
perspective_parallelogram.append((point_b

```

```

efore[0], point_before[1]))

threshold_ratio = 0.5
area = cv2.contourArea(approx)
rect = cv2.minAreaRect(approx)
bounding_rect_area =
cv2.contourArea(cv2.boxPoints(rect))
ratio = area / bounding_rect_area
if ratio > threshold_ratio:
    cv2.drawContours(crop, [approx], -1,
(0, 255, 0), 2)
    box =
cv2.boxPoints(cv2.minAreaRect(approx))
    box = np.intp(box)
    cv2.drawContours(crop, [box], 0, (0,
0, 255), 2)

cv2.imshow("box bounded", crop)

```

### B. Penandaan Titik Ujung

Gambar yang telah didapatkan titik-titik segmentnya dan digambar bounding box yang mungkin kemudian dipilih 4 titik terluar. Jika bounding box tidak terdiri atas tepat 4 titik, maka akan dilakukan pemilihan titik berdasarkan koordinat dengan probabilitas 0.5 terluarnya yang membentuk segi empat.



Gambar 13. Hasil penentuan titik-titik terluar

Berikut adalah kode program untuk menampilkan dan memilih titik terluar sebagai acuan transformasi.



```

cnts, hierarchy =
cv2.findContours(thresh.copy(),
cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
# find biggest contour
c = max(cnts, key=cv2.contourArea)

peri = cv2.arcLength(c, True)
approx = cv2.approxPolyDP(c, 0.02 * peri,
True)
circle = cropped.copy()
for i in range(len(approx)):
cv2.circle(circle, (approx[i][0][0],
approx[i][0][1]), 3, (0, 255, 0), -1)

cv2.imshow("circle", circle)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()

```

Berikut adalah kode program untuk melakukan warping transformasi dengan matriks acuan adalah koordinat ujung-ujung gambar.

```

perspective =
order_points(np.array(perspective))
height, width, channels = cropped.shape

pts1 = np.float32(perspective)
pts2 = np.float32([[0, 0], [width, 0],
[width, height], [0, height]])
matrix =
cv2.getPerspectiveTransform(pts1, pts2)
transformed =
cv2.warpPerspective(cropped, matrix,
(width, height))
cv2.imshow("transformed", transformed)

```

#### IV. HASIL DAN ANALISIS

Berikut adalah citra awal dan transformasinya.

#### C. Transformasi Citra Perspektif

Citra yang telah ditandai titik ujungnya kemudian ditransformasi dengan titik acuan keempat titik tersebut. Keempat titik tersebut dijadikan titik-titik objek dalam perspektif. Sedangkan, titik bidang pandang diambil dari ukuran layar atau citra dengan titik-titik (0,0), (0,Height), (Width,0) dan (Width, Height). Kemudian titik-titik tersebut ditransformasi dengan metode perspektif.



Gambar 14. Hasil transformasi berdasarkan titik ujung plat nomor

No	Citra masukan	Citra keluaran
1		
2		
3		
4		

Citra yang dihasilkan bervariasi. Pada citra yang baik, hasilnya juga akan baik. Terlihat bahwa ukuran resolusi citra sangat mempengaruhi hasil. Terlihat bahwa Yolo bekerja dengan menggeneralisasi pixel isi dari plat. Pada gambar plat yang kurang jelas, maka generalisasi yang dihasilkan pun akan kurang baik. Pada gambar yang resolusi tinggi, dan tidak terpotong, meskipun posisi dan rotasinya sangat besar, maka hasil transformasi perspektifnya pun akan baik.

Pada gambar citra terpotong, transformasi yang didapatkan sudah baik. Namun, potongannya dapat menyebabkan bentuk huruf atau angka dalam plat terlihat berbeda. Contohnya, pada huruf "0", jika hasil transformasinya terpotong akibat plat yang tidak sempurna, maka akan terlihat seperti huruf "U".

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Karya tulis ini berfokus pada identifikasi pelanggaran menggunakan citra plat nomor kendaraan melalui kamera lalu lintas. Meskipun memberikan efisiensi, sistem ini dihadapkan pada tantangan, terutama dalam mengatasi rotasi dan kondisi pencahayaan yang bervariasi. Penelitian ini fokus pada perbaikan citra plat nomor yang terotasi menggunakan model deteksi Yolo dan *image warping* dengan transformasi perspektif. Proses implementasi mencakup deteksi kemiringan plat nomor, pemotongan, transformasi perspektif, dan prediksi *boundary* menggunakan model YOLO.

Hasil penelitian menunjukkan variasi tergantung pada resolusi dan kualitas citra masukan, dengan potongan citra dapat mempengaruhi hasil transformasi. Dengan fokus pada pengoptimalan efektivitas dan akurasi sistem tilang elektronik, penelitian ini memberikan signifikan untuk mengatasi tantangan dalam identifikasi plat nomor kendaraan. Oleh hal itu, pada penelitian lanjutan dapat digunakan perbaikan resolusi citra terlebih dahulu. Selain itu, untuk meningkatkan hasil dapat diaplikasikan pengujian dengan citra yang telah dikoreksi dengan pendeteksi tepi dengan metode Canny.

## TAUTAN VIDEO YOUTUBE

Tautan video youtube: <https://youtu.be/YYC017Jdx30>

## ACKNOWLEDGMENT

Penulis ingin menyampaikan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan izin-Nya penulis berhasil menyelesaikan tugas makalah ini. Penghargaan juga disampaikan kepada dosen mata kuliah Interpretasi dan Pengolahan Citra, IF 4073, terutama kepada Bapak Rinaldi

Munir selaku dosen pengajar. Ilmu yang beliau sampaikan sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis dalam mengaplikasikannya dalam penyusunan makalah ini.

## REFERENCES

- [1] R. Munir, "Pengantar Interpretasi dan Pengolahan Citra." Program Studi Teknik Informatika, Bandung, 2023
- [2] "Perspective transformation," Online Tutorials, Courses, and eBooks Library, [https://www.tutorialspoint.com/dip/perspective\\_transformation.htm](https://www.tutorialspoint.com/dip/perspective_transformation.htm) (accessed Dec. 19, 2023).
- [3] J. McCarthy and E. Feigenbaum, "Arthur L. Samuel: Pioneer in machine learning," *ICGA Journal*, vol. 14, no. 1, pp. 19–20, 1991. doi:10.3233/icg-1991-14105
- [4] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016. doi:10.1109/cvpr.2016.91

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 22 Mei 2023



Muhammad Risqi Firdaus  
13520043