

**UJI AKURASI SISTEM DETEKSI HILAL OTOMATIS MENGGUNAKAN
YOLOV5**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Kholid Nasrulloh

NIM. 05010622011



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Fakultas Syariah dan Hukum

Jurusan Hukum Perdata Islam

Program Studi Ilmu Falak

Surabaya

2025

**UJI AKURASI SISTEM DETEKSI HILAL OTOMATIS MENGGUNAKAN
YOLOV5**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Kholid Nasrulloh

NIM. 05010622011



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Fakultas Syariah dan Hukum

Jurusan Hukum Perdata Islam

Program Studi Ilmu Falak

Surabaya

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh
NIM : 05010622011
Fakultas/Prodi : Syariah dan Hukum/ Ilmu Falak
Judul : Uji Akurasi Sistem Deteksi Hilal Otomatis Menggunakan YOLOv5

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian dan karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya sesuai kaidah penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 19 November 2025

Yang menyatakan,


Muhammad Kholid Nasrulloh
NIM. 05010622011

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh

NIM : 0501062011

Judul : Uji Akurasi Sitem Deteksi Hilal Otomatis Menggunaka YOLOv5

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diajukan pada sidang munaqasah skripsi.

Surabaya, 19 November 2025

Pembimbing,



Novi Sopwan, M.Si.

NIP. 198411212018011002

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh

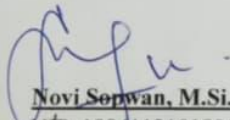
NIM. : 05010622011

Judul : Uji Akurasi Sitem Deteksi Hilal Otomatis Menggunakan YOLOv5


Telah dipertahankan di depan sidang Majelis Munaqasah Skripsi pada hari Jumat, 19 Desember 2025, dan dapat diterima sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana strata satu pada Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya.

Majelis Munaqasah Skripsi

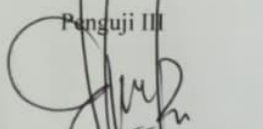
Penguji I


Novi Sopwan, M.Si.
NIP. 19841121018011002

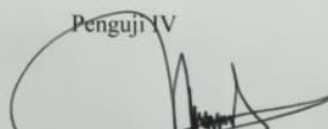
Penguji II


Dr. Agus Solikin, M.Si.
NIP. 198608162015031003

Penguji III


Adi Damanhuri, M.Si.
NIP. 198611012019031010

Penguji IV


Subhan Nooriansyah, M.Kom.
NIP. 199012282020121010

Surabaya 19. Desember 2025,


Mengesahkan,

Fakultas Syariah dan Hukum

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Dekan,




Dekan, M. Ag.
196303271999032001

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Khalid Nasrullah
NIM : 05010622011
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Fiqih
E-mail address : Khalidnasek@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Uji Akurasi Sistem Deteksi Halal Otonomi S

Menggunakan YOLOv5

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Desember 2025

Penulis



(Muhammad Khalid Nasrullah)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

Fenomena hilal memiliki peranan penting dalam penentuan awal bulan Hijriah. Namun, keterlihatan hilal sering kali menjadi tantangan tersendiri karena pengaruh faktor atmosfer, intensitas cahaya bulan yang sangat rendah, dan kondisi langit saat senja yang kerap tidak ideal untuk pengamatan. Pengamatan secara konvensional dengan mata telanjang maupun menggunakan teleskop digital sering menimbulkan perbedaan hasil dan membutuhkan waktu lama dalam proses verifikasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merumuskan dua fokus utama, yaitu: *bagaimana rancangan sistem deteksi hilal otomatis berbasis citra digital menggunakan framework YOLOv5*, dan *bagaimana sistem tersebut dapat berfungsi sebagai pendukung dalam proses pengamatan hilal secara modern tanpa menggantikan peran saksi pengamat*.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan pendekatan eksperimen komputasional. Dataset citra hilal diperoleh melalui *platform Roboflow*, yang digunakan untuk melakukan *data treatment* berupa pelabelan, augmentasi, dan normalisasi agar citra sesuai dengan format masukan model YOLOv5. Model dikembangkan dengan memanfaatkan kerangka kerja *PyTorch* dan diintegrasikan ke dalam antarmuka web berbasis *Streamlit*. Sistem ini dirancang agar mampu mengenali bentuk hilal tipis secara otomatis dari citra atau video hasil observasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem deteksi hilal otomatis berbasis YOLOv5 dapat membantu proses identifikasi citra hilal secara cepat dan objektif, khususnya pada kondisi pencahayaan rendah. Meskipun demikian, sistem ini bukanlah pengganti proses rukyat, melainkan hanya berperan sebagai alat bantu pendukung analisis visual bagi para ahli falak dan pengamat hilal. Penetapan awal bulan Hijriah tetap harus didasarkan pada kesaksian manusia yang menyaksikan hilal secara langsung dengan mata telanjang, sesuai dengan prinsip syariat Islam dan kaidah observasi falak yang dapat dipertanggungjawabkan.

Berdasarkan temuan ini, sistem deteksi hilal otomatis dapat menjadi sarana pendukung observasi modern untuk meningkatkan efisiensi dan objektivitas pengolahan data citra hilal. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas variasi *dataset* dan mengintegrasikan sistem dengan sensor teleskop digital secara *realtime*, guna memperkuat fungsi pendukungnya dalam proses rukyat di berbagai wilayah Indonesia.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., Atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Perjalanan ini bukan sekadar proses akademik, melainkan sebuah perjalanan panjang yang penuh dinamika, tantangan, keraguan, dan doa. Dalam setiap keterbatasan, Allah senantiasa menghadirkan orang-orang yang menjadi cahaya, penguat, dan penuntun hingga karya ini dapat terwujud sebagaimana adanya saat ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Akh. Muzakki, M.Ag., Grad.Dip.SEA., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Ampel Surabaya, atas kepemimpinan yang menumbuhkan kultur akademik yang dinamis dan berintegritas. Terima kasih kepada Ibu Dr. Suqiyah Musafa'ah, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Syariah dan Hukum, beserta seluruh jajarannya atas dukungan selama masa studi. Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Dr. Muh. Sholihuddin, M.H.I., selaku Ketua Jurusan Hukum Perdata Islam, dan Bapak Adi Damanhuri, M.Si., selaku Sekretaris Jurusan, atas bimbingan yang diberikan Tidak lupa, penghargaan disampaikan kepada Ibu Dr. Siti Tatmainul Qulub, M.S.I., selaku Ketua Program Studi Ilmu Falak, serta Bapak Dr. Agus Solikin, M.S.I., selaku Sekretaris Program Studi, atas semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

Secara khusus, penulis sampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada Bapak Novi Sopwan M. Si. yang dengan caranya yang khas, sebagai pembimbing, berhasil membangkitkan semangat dan kepercayaan diri penulis untuk mampu menyelesaikan skripsi yang penulis rasakan sebagai pekerjaan yang tidak ringan ini. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan beliau dengan limpahan keberkahan, kesehatan dan kebahagiaan yang tiada batas. Tidak lupa teman-teman seperjuangan program studi Ilmu Falak angkatan tahun 2022. dan semua teman yang namanya tidak bisa penulis tulis satu per satu, terima kasih atas dukungan moral dan kebersamaan yang selalu membantu penulis melewati berbagai permasalahan yang dihadapi.

Akhir kata, rasa syukur yang amat besar penulis sampaikan kepada Bapak dan Ibu yang doanya terus mengiringi perjalanan hidup penulis, yang selalu membimbing dan menuntun penulis tanpa henti. Semoga selalu dalam naungan rahmat-Nya, amin. Segala bentuk terima kasih penulis persembahkan kepada pihak-pihak yang telah ada dalam hidup penulis. Namun, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pengerjaan skripsi ini. Dengan ini pula, penulis berharap adanya skripsi ini dapat memberikan tambahan yang dapat memiliki manfaat bagi para pencari ilmu di masa mendatang.

Penulis



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TRANSLITERASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	16
A. Latar Belakang	16
B. Identifikasi dan Batasan Masalah	20
C. Rumusan Masalah.....	21
D. Tujuan Penelitian	21
E. Manfaat Penelitian	22
F. Penelitian Terdahulu.....	23
G. Landasan Teori	26
H. Definisi Operasional	28
I. Metode Penelitian	31
J. Sistematika Pembahasan	34
BAB II SISTEM DETEKSI HILAL BERBASIS DEEP LEARNING DAN YOLOV5.....	37
A. Hilal.....	37
B. Teori Deep Learning dan Object Detection untuk Deteksi Hilal	41
C. Arsitektur Sistem Berbasis Web.....	47
BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM DETEKSI HILAL BERBASIS CITRA DIGITAL	49
A. Pengumpulan dan Pengolahan <i>Dataset</i>	52

B. Perancangan dan Pengembangan Model YOLOv5.....	58
C. Perancangan Sistem Aplikasi Web Berbasis Streamlit	70
D. Implementasi Sistem.....	80
BAB IV ANALISIS AKURASI DAN VALIDASI SISTEM DETEKSI HILAL	
BERBASIS YOLOV5	92
A. Analisis Akurasi Model YOLOv5.....	92
B. Pengujian Deteksi Hilal pada Citra.....	95
C. Pengujian Deteksi Hilal pada Video	99
BAB V PENUTUP.....	102
A. Kesimpulan	102
B. Saran	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN.....	108

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Rincian Pengambilan Dataset	54
Tabel 2 Istilah-istilah dalam YOLO	92
Tabel 3 Nilai Evaluasi Model YOLOv5	93
Tabel 4 Klasifikasi Hasil Deteksi YOLOv5 terhadap Citra Hilal	94
Tabel 5 Hasil Pengujian Deteksi Hilal pada Citra	95
Tabel 6 Hasil Deteksi	96
Tabel 7 Hasil Pengujian Deteksi Hilal pada Video	99



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram Alur Tahapan Penelitian	49
Gambar 2 Proses Konversi Video Ke Frame dengan ffmpeg	53
Gambar 3 Labelling pada Website Robflow	55
Gambar 4 Arsitektur YOLOV5	59
Gambar 5 Proses Pelatihan Model	63
Gambar 6 Result	65
Gambar 7 Confusion_matrix.....	66
Gambar 8 PR_curve.....	67
Gambar 9 F1_curve.....	67
Gambar 10 P_curve dan R_curve	68
Gambar 11 Labels dan Label_correlogram.....	69
Gambar 12 Train_batch dan Val_batch pred.....	70
Gambar 13 Diagram Proses Deteksi	74
Gambar 14 Halaman Utama Sistem Deteksi Hilal Otomatis	79
Gambar 15 Menu Upload Gambar.....	90
Gambar 16 Proses Deteksi Video.....	91
Gambar 17 Hasil Deteksi Hilal pada Citra Menggunakan Model YOLOV5	98
Gambar 18 Tampilan Hasil Deteksi Hilal pada Video	100

DAFTAR TRANSLITERASI

Di dalam Naskah skripsi ini banyak dijumpai nama dan istilah teknis (*technical tern*) yang berasal dari bahasa Arab ditulis dengan huruf Latin. Pedoman transliterasi yang digunakan untuk penulisan tersebut adalah sebagai berikut:

A. Konsonan

No	Arab	Indonesia	No.	Arab	Indonesia
1.	ا	ʾ	16.	ط	t
2.	ب	b	17.	ظ	ẓ
3.	ت	t	18.	ع	‘
4.	ث	th	19.	غ	gh
5.	ج	j	20.	ف	f
6.	ح	ḥ	21.	ق	q
7.	خ	kh	22.	ك	k
8.	د	d	23.	ل	l
9.	ذ	dh	24.	م	m
10.	ر	r	25.	ن	n
11.	ز	z	26.	و	w
12.	س	s	27.	هـ	h
13.	ش	sh	28.	ء	’
14.	ص	ṣ	29.	ي	y
15.	ض	ḍ			

Sumber: Library of Congress and American Library Association. *ALA-LC Romanization Tables: Transliteration Schemes for Non-Roman Scripts*. Edited by Randall Keigan Barry. Washington: Cataloging Distribution Service, Library of Congress, 1997.

B. Vokal

1. Vokal Tunggal (*monoftong*)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia
ـَ	<i>fathah</i>	a
ـِ	<i>kasrah</i>	i
ـُ	<i>ḍammah</i>	u

Catatan: Khusus untuk *hamzah*, penggunaan apostrof hanya berlaku jika *hamzah* ber-*ḥarakat* sukun atau didahului oleh huruf yang ber-*ḥarakat* sukun. Contoh: *iqtiḍā'* (اقتضاء)

2. Vokal Rangkap (*diftong*)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia	Ket.
ـَيَ	<i>fathah dan yā'</i>	<i>ay</i>	a dan y
ـَوَ	<i>fathah dan wawu</i>	<i>aw</i>	a dan w

Contoh : *bayna* (بين)
: *mawdu'* (موضوع)

3. Vokal Panjang (*mad*)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia	Keterangan
ـَـ	<i>fathah dan alif</i>	<i>ā</i>	a dan garis di atas
ـِـ	<i>kasrah dan ya'</i>	<i>ī</i>	i dan garis di atas
ـُـ	<i>ḍammah dan wawu</i>	<i>ū</i>	u dan garis di atas

Contoh : *al-jama'ah* (الجماعة)
: *takhyir* (تخير)
: *yaduru* (يدور)

C. Ta' Marbūṭha

Transliterasi untuk *tā' marbūṭah* ada dua:

1. Jika hidup (menjadi *muḍāf*) transliterasinya adalah “t”.
2. Jika mati atau sukun, transliterasinya adalah “h”.

Contoh : *sharī‘at al-Islām* (شريعة الإسلام)
: *sharī‘ah Islamiyah* (الشريعة الإسلامية)

D. *Shaddah* atau *Tashdīd*

1. *وُ*, mewakili kombinasi vokal panjang ditambah konsonan, ditulis: *ūw*.

Contoh : *‘Adūw* (عُدُو)
: *Qūwah* (قُوَّة)

2. *وَو*, mewakili kombinasi diftong plus konsonan, ditulis: *aww*.

Contoh : *Shawwāl* (شَوَّال)
: *Ṣawwara* (صَوَّر)

3. *يَی*, mewakili kombinasi vokal panjang ditambah konsonan, ditulis: *īy*.

Contoh : *Al-Miṣrīyah* (المصرية)

4. *يَو*, mewakili kombinasi diftong plus konsonan, ditulis: *ayy*.

Contoh : *Ayyām* (أَيَّام)
: *Sayyid* (سَيِّد)

5. *Tashdīd* di atas huruf lainnya, ditulis ganda.

Contoh : *Al-Ghazzī* (الغزِّي)
: *Al-Kashshāf* (الكشاف)

E. Penulisan Huruf Kapital

Penulisan huruf besar dan kecil pada kata, *phrase* (ungkapan) atau kalimat yang ditulis dengan transliterasi Arab-Indonesia mengikuti ketentuan penulisan yang berlaku dalam tulisan. Huruf awal (*initial latter*) untuk nama diri, tempat, judul buku, lembaga dan yang lain ditulis dengan huruf besar.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penentuan awal bulan Hijriah memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan umat Islam, terutama yang berkaitan dengan ibadah seperti puasa Ramadhan, Idul Fitri, Idul Adha, maupun pelaksanaan ibadah haji. Ketepatan penetapan awal bulan tidak hanya berdampak pada keseragaman ibadah, tetapi juga menjadi simbol persatuan umat Islam. Namun, realitas menunjukkan bahwa hingga kini masih terjadi perbedaan dalam penetapan awal bulan Hijriah, khususnya di Indonesia.¹ Metode rukyat hilal melibatkan pengamatan bulan baru saat matahari terbenam pada tanggal 29 bulan tersebut. Metode hisab, di sisi lain, adalah perhitungan matematis untuk menentukan awal bulan hijriah. Hisab terbagi menjadi hisab hakiki dan hisab 'urfi. Hisab hakiki bersifat astronomis, sedangkan hisab 'urfi didasarkan pada orbit rata-rata Bulan dan Bumi.

Perbedaan tersebut berakar pada dua metode utama, yaitu *rukyat* (observasi hilal secara langsung) dan *hisab* (perhitungan astronomis). Rukyat mengedepankan penglihatan terhadap hilal sebagaimana ditunjukkan dalam hadis Nabi:²

¹ Marataon Ritonga et al., "Transformasi Hisab-Rukyat Dalam Penentuan Awal Bulan Hijriah di Muhammadiyah," *Al-Hikmah: Jurnal Agama dan Ilmu Pengetahuan* 21, no. 1 (Mei 2024): 86. [https://doi.org/10.25299/al-hikmah:jaip.2024.vol21\(1\).14676](https://doi.org/10.25299/al-hikmah:jaip.2024.vol21(1).14676).

² Muhammad Fu'ad Abdul Baiq, *Shahih Bukhari Muslim (Dilengkapi Ringkasan Musthalah Hadist)*, ed. Abu Firly Bassam Taqiy, Cetakan 1. (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017), 377. Bukhari,

قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَوْ قَالَ قَالَ أَبُو الْقَاسِمِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صُومُوا لِرُؤُوسِهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤُوسِهِ فَإِنْ غُبِيَ عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ

Nabi Saw bersabda atau Abu Qasim Saw bersabda berpuasalah kamu karena melihat hilal dan berbukalah karena melihat hilal pula, jika hilal terhalang oleh awan terhadapmu maka genapkanlah bulan Sya'ban tiga puluh hari.” (HR. al Bukhari).

Sedangkan hisab mengandalkan akurasi matematis melalui perhitungan falak. Keduanya sama-sama berorientasi pada penentuan awal bulan. namun sering menghasilkan hasil yang berbeda sehingga memicu perdebatan di kalangan umat.³ Praktik rukyat memiliki banyak tantangan, di antaranya kondisi cuaca, polusi cahaya, keterbatasan alat, hingga faktor subjektivitas pengamat. Hal ini mengurangi kredibilitas proses penentuan awal bulan melalui sidang isbat. Oleh sebab itu, diperlukan metode verifikasi yang lebih objektif dan dapat dipertanggungjawabkan.⁴

Salah satu tantangan utama dalam rukyat hilal adalah faktor cuaca, polusi cahaya, kualitas instrumen optik, serta subjektivitas pengamat. Faktor-faktor ini dapat menurunkan akurasi dan konsistensi hasil observasi, sehingga diperlukan sistem verifikasi yang lebih objektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Perkembangan teknologi astronomi dan komputerisasi pada era digital membuka peluang baru dalam verifikasi laporan rukyat. Salah satunya melalui

³ Mhd Abror Muzakkir Muda, “Problematika Metode Hisab-Rukyat,” *JSSIT: Jurnal Sains dan Sains Terapan* 1, no. 2 (August 2023): 19. <https://doi.org/10.30631/jssit.v1i2.26>.

⁴ Sadri Saputra S and Nuraul Wakia, “Diskursus Rukyat: Metode Mengilmiahkan Kebenaran Hisab Awal Bulan Kamariah,” *ELFALAKY* 4, no. 1 (Juni 2020): 26. <https://doi.org/10.24252/ifk.v4i1.14165>.

metode *image processing* (olah citra) yang memungkinkan deteksi hilal dari data foto maupun video observasi. Teknik ini dapat meningkatkan objektivitas pengamatan dengan cara mengurangi faktor kesalahan manusia seperti bias visual, kondisi psikologis, atau kesalahan interpretasi. Dengan bantuan algoritma *convolutional neural networks (CNN)*, sistem dapat secara mengidentifikasi keberadaan hilal, meskipun dalam kondisi cahaya yang rendah atau dengan gangguan atmosfer. Namun, hingga kini belum banyak tersedia perangkat lunak khusus yang dirancang untuk analisis data observasi hilal berbasis *image processing*. Praktik rukyat masih bergantung pada observasi manual meskipun sudah menggunakan teleskop digital. Padahal, integrasi teknologi modern dapat menjadi solusi untuk meminimalisir kesalahan, mempercepat proses verifikasi.

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis *deep learning* telah merevolusi bidang pengolahan citra dan deteksi objek. Salah satu *framework* yang paling efisien dan populer adalah YOLO (*You Only Look Once*) khususnya versi YOLOV5, yang dikenal karena kemampuannya mendeteksi objek dengan tingkat akurasi tinggi dan efisiensi komputasi yang baik.⁵ YOLOV5 menggunakan algoritma berbasis *convolutional neural networks (CNN)* yang dioptimalkan untuk mendeteksi objek kecil dalam kondisi pencahayaan rendah, di mana bulan sabit sering kali tampak samar di ufuk barat setelah matahari terbenam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa model YOLOV5 mampu melakukan deteksi objek kecil dengan presisi tinggi bahkan di bawah kondisi atmosfer yang menantang,

⁵ Jocher, G., Chaurasia, A., Stoken, A., Borovec, J., et al. "YOLOV5: A state-of-the-art object detection model." Ultralytics. akses 27 September 2025, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7347926>.

menjadikannya solusi ideal untuk aplikasi astronomi observasional seperti deteksi hilal.⁶

Selain akurasi, keunggulan utama *framework* YOLOv5 terletak pada kemampuan *inferensi realtime* yang memungkinkan sistem melakukan deteksi secara langsung dari data video atau hasil *streaming* teleskop digital. Integrasi *framework* ini ke dalam platform berbasis web menjadikan proses pengolahan citra dan visualisasi hasil observasi dapat dilakukan secara cepat dan interaktif tanpa memerlukan perangkat keras berperforma tinggi di sisi pengguna. Dengan demikian, verifikasi hasil rukyat dapat dilakukan secara lebih objektif, transparan, dan ilmiah pada tingkat nasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem deteksi hilal otomatis berbasis *deep learning* menggunakan YOLOV5.

Pada penerapannya kemudian, sistem hanya di fungsikan hanya sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam pengamatan awal bulan Hijriah, dikarenakan pada dasarnya tetap perlu saksi yang mengamati secara langsung pada saat proses rukyat. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam ilmu falak kontemporer, mengintegrasikan teknologi modern dengan hukum Islam, serta menjadi solusi konkret dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi penentuan awal bulan Hijriah di Indonesia.

⁶ Sandeep Kumar Jaiswal and Rohit Agrawal, "A Comprehensive Review of YOLOV5: Advances in Real-Time Object Detection," *International Journal of Innovative Research in Computer Science and Technology* 12, no. 3 (Mei 2024): 77. <https://doi.org/10.55524/ijrcst.2024.12.3.12>.

B. Identifikasi dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa permasalahan yang menjadi dasar penelitian ini. Masalah tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Observasi hilal seringkali terhambat oleh faktor eksternal seperti kondisi cuaca, polusi cahaya, serta keterbatasan alat observasi, sehingga citra hilal yang diperoleh sering kurang jelas dan sulit diidentifikasi.
2. Pengamatan hilal secara manual masih memiliki banyak keterbatasan, terutama dalam hal akurasi, konsistensi hasil, serta tingkat subjektivitas pengamat yang tinggi.
3. Belum tersedia sistem berbasis kecerdasan buatan yang dapat secara otomatis mendeteksi keberadaan hilal dan menganalisis tingkat visibilitasnya menggunakan citra digital.
4. Kebutuhan akan model yang mampu mengenali pola hilal secara adaptif dari berbagai kondisi pencahayaan dan cuaca belum terpenuhi, sehingga efisiensi dan keandalan proses deteksi masih rendah.

Agar penelitian ini tetap terarah dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan simulasi sistem deteksi hilal berbasis *web*, bukan pada implementasi penuh atau operasional *realtime* secara daring.

2. Data yang digunakan berupa *Dataset* citra hilal hasil observasi dari BMKG, *Islamic Astronomy Center* (IAC), serta *Dataset* publik seperti *Robloflow*, yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian model deteksi.
3. Tahapan pengujian dilakukan dalam bentuk simulasi pengolahan citra dan inferensi model YOLOV5 pada sampel data untuk menilai akurasi, performa, serta kelayakan teknis rancangan sistem.

Dengan demikian, penelitian ini tidak menitikberatkan pada pembangunan aplikasi web secara penuh, melainkan pada perancangan arsitektur sistem, alur kerja pengolahan citra, dan menilai akurasi, performa, serta kelayakan teknis rancangan sistem

C. Rumusan Masalah

Sesuai dengan identifikasi dan batasan masalah di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem deteksi hilal berbasis *Deep Learning* menggunakan YOLOV5?
2. Bagaimana tingkat akurasi model YOLOV5 dalam mendeteksi hilal dari citra digital?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam tinjauan perkembangan perangkat lunak untuk analisis data observasi hilal menggunakan metode *image processing* ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk Mengetahui Rancangan Sistem Deteksi Hilal Berbasis *Deep Learning* Menggunakan YOLOV5.
2. Untuk mengetahui Tingkat Akurasi Model YOLOV5 Dalam Mendeteksi Hilal Dari Citra Digital.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian merupakan hasil yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan. Oleh karena itu, manfaat penelitian ini dibagi menjadi dua aspek utama, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis.

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang ilmu falak kontemporer dan teknologi informasi. Melalui kajian penerapan *image processing* pada sistem deteksi hilal berbasis YOLOV5, penelitian ini diharapkan dapat:

- a. Memperkaya literatur akademik mengenai pemanfaatan *image processing* dan *object detection* dalam observasi astronomi Islam.
- b. Menjadi dasar pengembangan kerangka konseptual baru dalam integrasi metode pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan untuk analisis visibilitas hilal.

- c. Memberikan wawasan ilmiah tentang efektivitas dan akurasi model YOLOV5 dalam mengenali objek hilal dari berbagai kondisi pencahayaan dan atmosfer.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat nyata dalam pengembangan sistem observasi hilal yang modern dan berbasis teknologi. Adapun manfaat praktis yang ingin dicapai meliputi:

- a. Memberikan rancangan sistem deteksi hilal berbasis YOYLOv5 yang dapat digunakan sebagai prototipe pendukung kegiatan rukyat modern.
- b. Menunjukkan tingkat akurasi dan kinerja model YOLOV5 dalam mendeteksi hilal dari citra digital, sehingga dapat menjadi acuan bagi penelitian dan pengembangan sistem observasi hilal berbasis *AI* di masa depan.

F. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dapat disebut studi literatur, tinjauan pustaka, atau kajian pustaka. Istilah ini merujuk pada kegiatan menelusuri penelitian sebelumnya yang memiliki kedekatan objek atau topik dengan penelitian penulis. Tujuannya agar penulis mengetahui apakah penelitian yang akan dilakukan sudah pernah diteliti orang lain atau belum, sehingga hasil penelitian penulis bukan suatu plagiat. Berikut akan dipaparkan beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian penulis:

Pertama, Dito Hafidzulrahman dalam skripsi berjudul “*Perbandingan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Versi 5 dan Versi 8 sebagai Object Detection pada Pendeteksian Hilal*”.⁷ Penelitian ini menilai perbedaan performa dua versi YOLO terhadap citra hilal. Persamaannya dengan penelitian ini terletak pada penggunaan model YOLO sebagai dasar deteksi hilal. Namun, perbedaannya adalah penelitian Dito hanya berfokus pada perbandingan performa antar model, sedangkan penelitian ini menitikberatkan pada pengujian akurasi model YOLOV5 secara spesifik serta penerapannya dalam sistem uji deteksi otomatis berbasis web.

Kedua, Adini Arifah Ramadhani dan Abu Salam dalam jurnal berjudul *Deployment of Web-Based YOLO for CT Scan Kidney Stone Detection*.⁸ Mengembangkan sistem deteksi batu ginjal menggunakan YOLOV5 yang diintegrasikan pada aplikasi web berbasis *Flask*. Persamaan dengan penelitian ini terletak pada pemanfaatan YOLOV5 dalam deteksi berbasis citra digital dan penerapan sistem web untuk pengujian secara *realtime*. Perbedaannya, penelitian Adini berfokus pada bidang medis dengan objek batu ginjal dan menilai akurasi klinis, sementara penelitian ini berfokus pada deteksi hilal dalam konteks astronomi falakiyah, dengan menilai tingkat akurasi model dalam mengenali bentuk hilal di bawah kondisi pencahayaan rendah dan variabilitas atmosfer.

⁷ Dito Hafidzulrahman, “Perbandingan Algoritma You Only Look Once (Yolo) Versi 5 Dan Versi 8 Sebagai Object Detection Pada Pendeteksian Hilal”, (SKRIPSI-UIN Syariff Hidayatullah Jakarta, Jakarta 2024). <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/81151>.

⁸ Adnin Ramadhani and Abu Salam, “Deployment of Web-Based YOLO for CT Scan Kidney Stone Detection,” *Sinkron* 8, no. 3 (Juli 2024):. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i3.13744>.

Ketiga, Rushikesh Lakhotiya dkk. dalam jurnal *Image Detection and Real Time Object Detection*.⁹ Menerapkan YOLOV5 untuk mendeteksi berbagai objek secara *realtime* menggunakan *OpenCV* dan *PyTorch*. Persamaannya dengan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan YOLOV5 sebagai inti sistem deteksi objek berbasis *deep learning*. Namun, penelitian Lakhotiya difokuskan pada objek umum seperti kendaraan dan lingkungan perkotaan, sedangkan penelitian ini menitikberatkan pada objek astronomi hilal yang memiliki tingkat kesulitan deteksi lebih tinggi karena perbedaan kontras cahaya yang ekstrem. Selain itu, penelitian ini mengembangkan sistem pengujian berbasis web yang mampu menampilkan hasil deteksi dan tingkat akurasi model secara visual.

Keempat, Nenny Anggraini, Zulkifli, dan Nashrul Hakiem dalam jurnal “*Modeling Ramadan Hilal Classification with Image Processing Technology Using YOLO Algorithm*”.¹⁰ Penelitian ini mengembangkan model klasifikasi hilal berbasis *image processing* menggunakan YOLO. Persamaannya dengan penelitian ini adalah penerapan deteksi berbasis kecerdasan buatan untuk pengenalan hilal. Namun, perbedaannya adalah penelitian Nenny masih terbatas pada klasifikasi citra statis, sedangkan penelitian ini menekankan pada pengujian akurasi model YOLOV5 secara eksperimental dalam mendeteksi hilal dari data citra dan video melalui simulasi sistem *Streamlit*.

⁹ Lakhotiya, Rushikesh, et al. "Image detection and real time object detection." *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* 11.5 (Mei 2023). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.51839>.

¹⁰ Nenny anggraini. “Modeling Ramadan Hilal Classification with Image Processing Technology Using YOLO Algorithm”. *Journal of Applied Data Sciences*, Vol. 5, No. 3, (September 2024). <https://doi.org/10.47738/jads.v5i3.311>.

Kelima, Muhammad Farhan Putra Pratama dalam skripsi berjudul “*Aplikasi Informasi Hilal Berbasis Website (Hilal OASA)*”.¹¹ Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis web untuk menghitung posisi hilal menggunakan algoritma Jean Meeus dengan bahasa pemrograman *Python* serta menampilkan hasilnya melalui antarmuka *HTML*, *CSS*, dan *JavaScript*. Persamaannya dengan penelitian ini adalah sama-sama mengembangkan aplikasi web untuk mendukung kegiatan rukyat dan analisis hilal. Akan tetapi, perbedaannya terletak pada orientasi dan metode. Penelitian Farhan menekankan akurasi perhitungan hisab dan visualisasi posisi hilal berdasarkan algoritma astronomis klasik, sedangkan penelitian ini hanya berfokus pada uji akurasi model *deep learning* YOLOV5 dalam mendeteksi hilal secara visual otomatis, tanpa parameter visibilitas tambahan, dengan menggunakan *platform streamlit* sebagai sarana simulasi sistem.

G. Landasan Teori

Penelitian ini berlandaskan pada teori-teori yang mendukung pengembangan dan pengujian sistem deteksi hilal otomatis berbasis *deep learning*. Secara teknis, teori pengolahan citra digital (*image processing*) dan deteksi objek (*object detection*) menjadi dasar dalam membangun sistem yang mampu mengenali hilal secara otomatis dari data visual. Pengolahan citra berperan penting dalam meningkatkan kualitas data masukan melalui proses seperti *noise reduction*, *contrast enhancement*, dan *segmentation*, sehingga citra yang digunakan pada tahap pelatihan dan inferensi model berada dalam kondisi optimal untuk dianalisis.

¹¹ Muhammad Farhan Putra Pratama. “Aplikasi Informasi Hilal Berbasis Website (Hilal OASA)”, (SKRIPSI-UIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya 2023). <http://digilib.uinsa.ac.id/id/eprint/66995>

Selanjutnya, teori *Convolutional Neural Network* (CNN) menjadi fondasi utama bagi sistem kecerdasan buatan dalam mengenali pola bentuk hilal. CNN bekerja dengan cara mengekstraksi fitur-fitur visual penting melalui lapisan konvolusi dan pooling yang memungkinkan model belajar mengenali bentuk, tepi, serta tekstur hilal dari data citra yang kompleks. Pendekatan CNN ini terbukti efektif untuk mendeteksi objek dengan bentuk tidak beraturan, termasuk hilal yang sering kali tampak sangat tipis dan redup.

Model *You Only Look Once* (YOLOV5) digunakan sebagai *framework* utama dalam penelitian ini. YOLOV5 merupakan pengembangan dari arsitektur CNN yang dirancang untuk melakukan *object detection* secara cepat dan efisien dalam satu proses inferensi. Keunggulan utama YOLOV5 terletak pada kombinasi antara kecepatan deteksi *realtime* dan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga mampu mendeteksi hilal bahkan pada kondisi pencahayaan rendah atau citra dengan *noise* atmosfer. Dalam konteks penelitian ini, YOLOV5 tidak hanya digunakan untuk deteksi, tetapi juga untuk pengujian akurasi model melalui metrik evaluasi seperti *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *mean Average Precision (mAP)* guna menilai performa sistem secara kuantitatif.

Selain teori kecerdasan buatan, penelitian ini juga berlandaskan pada teori rekayasa perangkat lunak sebagai kerangka dalam perancangan dan implementasi sistem berbasis web. Prinsip-prinsip rekayasa perangkat lunak digunakan untuk memastikan tahapan pengembangan dilakukan secara sistematis, meliputi analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem, implementasi model YOLOV5, serta pengujian dan evaluasi hasil. Dengan menggabungkan teori *deep learning* (CNN

dan YOLOV5), pengolahan citra digital, serta metodologi evaluasi akurasi model, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem deteksi hilal yang akurat, efisien, dan dapat diuji secara empiris. Pendekatan ini menjadi bentuk modernisasi observasi hilal berbasis kecerdasan buatan yang mendukung objektivitas dan transparansi dalam penentuan awal bulan Hijriah.

H. Definisi Operasional

Penelitian berjudul “*Uji Akurasi Sistem Deteksi Hilal Otomatis menggunakan YOLOV5*” memuat sejumlah istilah yang perlu dijelaskan untuk memperjelas fokus kajian. Penulis akan menguraikan beberapa istilah, di antaranya:

1. Uji akurasi dalam penelitian ini merupakan tahapan evaluasi terhadap performa sistem deteksi hilal otomatis menggunakan model YOLOv5, dengan tujuan menilai sejauh mana sistem mampu mengenali objek hilal secara tepat dari citra digital.

Data yang digunakan pada proses pengujian bersumber dari *Roboflow*, yaitu sebuah *platform* yang dapat menghimpun citra hasil observasi hilal yang telah melalui tahap data *treatment* sebelum dimasukkan ke dalam

model. Proses *treatment* meliputi:

- a. *Labeling* (pemberian label pada objek hilal dalam citra),
- b. *Augmentasi data* (rotasi, peningkatan kontras, dan reduksi *noise*) untuk memperkaya variasi citra, serta
- c. *Normalisasi resolusi* agar ukuran citra seragam dengan format input YOLOv5.

Pengujian akurasi dilakukan dengan mengevaluasi performa model yang diukur menggunakan tiga indikator utama:

- a. *Precision* (Ketepatan), yaitu rasio antara jumlah deteksi hilal yang benar dibandingkan seluruh hasil deteksi sistem. *Precision* menunjukkan sejauh mana sistem tidak keliru dalam menandai objek yang bukan hilal sebagai hilal.
- b. *Recall* (Cakupan), yaitu rasio antara jumlah hilal yang berhasil terdeteksi oleh sistem dibandingkan total hilal yang seharusnya terdeteksi. Nilai *recall* tinggi berarti model berhasil menangkap sebagian besar objek hilal yang ada.
- c. *mAP* (*mean Average Precision*), yaitu ukuran rata-rata dari akurasi model dalam mendeteksi hilal di seluruh kelas data dan ambang batas (*threshold*) tertentu. Nilai *mAP* mendeskripsikan kinerja keseluruhan model secara menyeluruh dalam menyeimbangkan *precision* dan *recall*.

Hasil uji akurasi sistem pada penelitian ini dimaknai secara empiris-teknologis, bukan sebagai keputusan normatif atau hukum penetapan hilal. Nilai akurasi menunjukkan kemampuan sistem deteksi berbasis citra digital dalam mengenali bentuk hilal redup, namun hasil tersebut tetap perlu diverifikasi secara astronomis dan tidak serta-merta menggantikan hasil penetapan oleh hakim atau otoritas rukyat resmi.

2. Sistem Deteksi Hilal Otomatis adalah rangkaian perangkat lunak berbasis web yang mampu menganalisis data citra hilal secara mandiri menggunakan algoritma *deep learning* tanpa intervensi manual. Sistem ini menerima masukan berupa citra atau video hasil observasi langit, kemudian melakukan proses *preprocessing*, inferensi model YOLOV5, serta menampilkan hasil deteksi berupa lokasi hilal dalam bentuk *bounding box* dan tingkat kepercayaannya (*confidence score*). Tujuan utama sistem ini adalah membantu observasi rukyat modern secara objektif dan efisien dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan.
3. YOLOv5 merupakan metode *object detection* berbasis deep learning yang mampu mengenali dan melokalisasi objek secara langsung dari citra digital dalam satu kali proses inferensi. Arsitektur YOLOv5 terdiri atas tiga bagian utama:
 - a. *Backbone* untuk mengekstraksi fitur citra,
 - b. *Neck* untuk memperkuat informasi spasial dan semantik, dan
 - c. *Head* untuk menghasilkan *bounding box* serta nilai keyakinan (*confidence score*) dari objek yang terdeteksi.

Dalam penelitian ini, YOLOv5 digunakan untuk mendeteksi keberadaan hilal dari citra observasi. Model dilatih menggunakan *Dataset* hilal dari Roboflow yang telah dikurasi dan diberi label secara manual. *Dataset* ini telah melalui proses *data preprocessing* berupa *augmentation*, *resizing*, dan *normalization* agar sesuai dengan format masukan model.

Selama pengujian, YOLOv5 menghasilkan output berupa koordinat *bounding box* yang menandai posisi hilal serta nilai *confidence score* yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap deteksi tersebut. Nilai ini menjadi dasar dalam menghitung *Precision*, *Recall*, dan *mAP*, yang digunakan untuk menilai performa sistem.

Dengan demikian, *framework* YOLOv5 berfungsi sebagai inti dari sistem deteksi hilal otomatis, yang diuji bukan untuk menentukan kebenaran rukyat secara hukum, melainkan untuk menilai sejauh mana sistem kecerdasan buatan mampu mengenali objek hilal redup secara akurat dan efisien.

I. Metode Penelitian

1. Jenis penelitian

Jenis penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan pendekatan kuantitatif-simulasi. Penelitian ini difokuskan pada proses perancangan dan pengujian akurasi sistem deteksi hilal otomatis yang dibangun menggunakan *deep learning* YOLOV5. Sistem dikembangkan dalam bentuk simulasi berbasis web menggunakan *platform streamlit*, yang berfungsi sebagai antarmuka uji coba untuk menampilkan hasil deteksi citra hilal secara visual. Penelitian ini tidak menuntut implementasi perangkat lunak yang berjalan secara daring penuh, melainkan menitikberatkan pada pengujian performa teknis model YOLOV5, meliputi tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision (mAP)* dalam mendeteksi hilal dari citra digital. Pendekatan ini memungkinkan peneliti

untuk mengevaluasi kemampuan inferensi model secara kuantitatif melalui data uji yang disimulasikan, sehingga menghasilkan gambaran empiris tentang efektivitas YOLOV5 dalam sistem deteksi hilal otomatis tanpa perlu melibatkan parameter visibilitas astronomis seperti ketinggian atau elongasi bulan.

2. Data penelitian

a. Data primer

Data primer terdiri dari kumpulan citra hilal hasil observasi yang diunduh dari portal resmi BMKG dan IAC, yang digunakan sebagai bahan pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*) model YOLOV5. Implementasi dilakukan dengan repositori resmi Ultralytics YOLOV5, yang menjadi dasar sistem deteksi objek. Data ini menjadi komponen utama dalam simulasi dan evaluasi sistem berbasis *Streamlit* yang dikembangkan.

b. Data sekunder

Data Sekunder mencakup dokumentasi teknis YOLOV5, *Dataset* publik dari *Robloflow*, dan laporan pengamatan hilal yang telah diverifikasi oleh lembaga resmi sebagai pembanding dalam validasi hasil deteksi..

3. Teknik pengumpulan data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan dua teknik utama, yaitu dokumentasi dan studi pustaka.

a. Studi pustaka

Melakukan kajian terhadap literatur yang relevan, meliputi buku-buku falak klasik maupun modern, jurnal ilmiah, artikel penelitian, serta dokumen resmi terkait rukyat dan hisab. Kajian pustaka juga mencakup literatur bidang ilmu komputer, khususnya pengolahan citra digital, *computer vision*, dan penerapan *framework* YOLO untuk deteksi objek astronomi.

b. Dokumentasi

Pengumpulan *Dataset* dilakukan melalui pengunduhan citra hilal dari sumber digital terpercaya (BMKG dan IAC). Selain itu, kode implementasi *framework* YOLOV5 diakses melalui *GitHub* *Ultralytics*, kemudian digunakan dalam simulasi berbasis *Streamlit*. Tahapan *preprocessing*, *labeling*, dan *data augmentation* diterapkan untuk menyiapkan *Dataset* terstruktur yang siap digunakan dalam pelatihan dan pengujian model deteksi hilal.

4. Teknik analisis data

Analisis data menggunakan pendekatan kuantitatif-evaluatif, dengan fokus pada pengukuran kinerja dan akurasi model YOLOV5 dalam mendeteksi hilal dari citra digital. Proses analisis mencakup:

- a. Persiapan *Dataset* citra hasil observasi dari BMKG dan IAC.
- b. *Preprocessing* data melalui peningkatan kualitas citra dan segmentasi objek.

- c. Pelatihan dan pengujian model YOLOV5 menggunakan *Python*.
- d. Pengujian sistem secara simulasi melalui antarmuka *Streamlit* untuk menampilkan hasil deteksi secara visual dan interaktif.
- e. Evaluasi hasil deteksi dilakukan berdasarkan metrik seperti *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision* (mAP) guna menilai performa model.

Penelitian ini tidak menggunakan fitur parameter visibilitas, sehingga penilaian sistem murni didasarkan pada performa teknis model *deep learning* dalam mendeteksi citra hilal. Hasil analisis digunakan untuk menilai efektivitas rancangan sistem dan memberikan rekomendasi pengembangan lebih lanjut menuju integrasi observasi hilal berbasis kecerdasan buatan.

J. Sistematika Pembahasan

Bab pertama pendahuluan Bab pertama, yang berisi pendahuluan. Di dalam bab ini diterangkan mengenai latar belakang, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penelitian terdahulu, landasan teori, definisi operasional, metode penelitian yang digunakan penulis, dan sistematika pembahasan.

Bab kedua menguraikan landasan teoretis dan konseptual dari sistem deteksi hilal berbasis *image processing* dan *object detection*. Pembahasan diawali dengan penjelasan mengenai konsep hilal dalam perspektif astronomi. Selanjutnya, dibahas teori pengolahan citra digital (*image processing*) sebagai dasar peningkatan kualitas gambar hilal, meliputi tahapan pra-pemrosesan, peningkatan kontras, dan

segmentasi citra untuk memudahkan proses deteksi. Bagian berikutnya menjelaskan teori *object detection* dengan fokus pada *framework* YOLOV5, termasuk arsitektur jaringan konvolusional (CNN), proses pelatihan model, serta evaluasi kinerja menggunakan parameter seperti *mean Average Precision (mAP)*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Selain itu, diuraikan pula konsep pengembangan aplikasi berbasis web yang digunakan dalam sistem deteksi hilal, mencakup pola arsitektur *client-server*, integrasi model *machine learning* dengan *platform streamlit*.

Bab ketiga menjabarkan metodologi perancangan sistem secara komprehensif. Tahapan dimulai dengan pengumpulan *Dataset* citra hilal dari BMKG, diikuti proses prapemrosesan dan augmentasi *Dataset*. Bab ini menjelaskan alur pengembangan model YOLOV5 untuk deteksi hilal, mencakup fase pelatihan, validasi, dan penyetelan *hyperparameter*. Desain sistem web dijelaskan secara teknis meliputi komponen antarmuka pengguna, logika server.

Bab keempat memaparkan hasil implementasi dan evaluasi sistem yang dibangun. Dimulai dengan deskripsi karakteristik *Dataset* dan hasil pelatihan YOLOV5, dilanjutkan dengan presentasi arsitektur akhir *platform* web. Hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif dengan menampilkan data performa deteksi pada berbagai kondisi visibilitas.

Bab kelima penutup berisi kesimpulan pokok yang menjawab permasalahan penelitian, menunjukkan tingkat pencapaian sistem berdasarkan indikator kuantitatif, dan implikasi pengembangan *platform* deteksi hilal berbasis YOLOV5.

Rekomendasi disampaikan untuk pengembangan lanjutan, meliputi peningkatan model dengan variasi *Dataset* yang lebih luas, integrasi parameter atmosfer secara *realtime*.



BAB II

SISTEM DETEKSI HILAL BERBASIS DEEP LEARNING DAN YOLOV5

A. Hilal

1. Pengertian Hilal

Dalam konteks astronomi, hilal didefinisikan sebagai fase awal penampakan bulan sabit muda yang terjadi sesaat setelah konjungsi (*ijtimak*), yaitu posisi ketika Matahari, Bulan, dan Bumi hampir segaris dalam bidang ekliptika. Setelah fase konjungsi, sebagian kecil permukaan Bulan mulai memantulkan cahaya Matahari ke arah Bumi dan tampak sebagai lengkungan tipis yang disebut hilal.¹

Kemunculan hilal menandai awal fase bulan sabit awal (*waxing crescent*) dan menjadi indikator pergantian bulan sinodik baru dalam sistem kalender Qamariyah. Dari sisi pengamatan, hilal umumnya hanya dapat dilihat dalam rentang waktu sekitar 15–45 menit setelah Matahari terbenam, pada arah barat dekat horizon. Intensitas cahayanya yang sangat rendah menjadikan hilal sebagai salah satu objek paling sulit diamati secara optik.

Faktor-faktor astronomis yang memengaruhi keterlihatan hilal antara lain:

- a. Elongasi, yaitu jarak sudut antara Bulan dan Matahari di langit;
- b. Altitude, yaitu ketinggian Bulan di atas horizon saat Matahari terbenam;
- c. Umur Bulan, yaitu selang waktu sejak terjadinya konjungsi;

¹ Hasna Tuddar Putri, “Redefinisi Hilāl Dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi”. *Al-Ahkam*, 22(1) 2012, 107.<https://doi.org/10.21580/ahkam.2012.22.1.6>.

- d. Ketebalan sabit (*crescent width*) yang menentukan luas area pantulan cahaya;
- e. Kondisi atmosfer dan transparansi langit, yang memengaruhi kontras antara hilal dan latar langit senja.²

Secara visual, hilal tampak sangat redup, tipis, dan sering kali nyaris tidak terdeteksi oleh pengamat manusia, terutama ketika berada di dekat horizon atau terhalang kabut tipis dan polusi cahaya. Tantangan inilah yang menjadi dasar penggunaan metode pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan (*deep learning*) untuk membantu proses identifikasi hilal

Dalam penelitian ini, hilal diperlakukan sebagai objek astronomis pada citra digital dengan karakteristik optik tertentu, yakni tingkat kecerahan rendah dan bentuk geometri melengkung tipis. Model *You Only Look Once version 5* (*YOLOv5*) diuji untuk mendeteksi keberadaan hilal dari citra hasil observasi, baik berupa foto maupun video, serta menilai tingkat akurasi sistem dalam mengenali bentuk hilal pada berbagai kondisi pencahayaan.

Dengan demikian, definisi hilal dalam penelitian ini bersifat empiris-astronomis, digunakan sebagai objek observasi visual yang dianalisis secara digital, bukan sebagai dasar penentuan hukum *syar'i*. Fokus utama penelitian adalah kemampuan sistem deteksi otomatis dalam mengidentifikasi citra hilal yang redup menggunakan model *deep learning*, bukan penentuan awal bulan secara fikih.

² Putri, "Redefinisi Hilāl", 109.

2. Rukyatul Hilal

Rukyat dapat didefinisikan sebagai proses melihat hilal ketika matahari terbenam sebelum masuknya bulan baru dalam sistem kalender Islam, yang dapat dilakukan dengan mata telanjang atau menggunakan teleskop. Singkatnya, rukyat merupakan aktivitas atau usaha pengamatan hilal di langit sebelah barat (*horizon*) beberapa saat setelah matahari tenggelam menjelang pergantian bulan (terutama sebelum bulan Ramadhan, Syawal, dan Zulhijah) untuk keperluan penentuan awal bulan tersebut.³ Hal ini sesuai dengan firman Allah swt. dalam Q.S. al-Baqarah (2) Ayat 189 :⁴

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهِلَّةِ ۖ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ

Mereka bertanya kepadamu (wahai Muhammad) tentang bulan-bulan sabit (*al-ahillah*). Katakanlah: 'Bulan-bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu (*mawaqit*) bagi manusia dan (bagi ibadah) haji.' (QS. Al-Baqarah: 189).

Penentuan awal bulan Ramadan, Syawal, dan Zulhijah di Indonesia kerap menghadirkan tantangan metodologis baik secara akademis maupun dalam implementasi sosial keagamaan. Kompleksitas ini bersumber dari penafsiran hadis Nabi tentang penandaan permulaan dan akhir bulan Qamariah. Konsekuensi dari beragam interpretasi tersebut adalah terbentuknya tiga metodologi dominan dalam penetapan kalender hijriah: metode observasi visual (ruk yat) yang dipraktikkan Nahdlatul Ulama, metode komputasi astronomis (hisab) yang digunakan Muhammadiyah, dan metode kriteria kemungkinan

³ Muhammad Awaludin, and H. M. Fachrir Rahman, "Hisab-Rukyat Indonesia (Diversitas Metode Penentuan Awal Bulan Qomariah)", (Lombok Barat: CV. Alfa Press, 2022), 13. <http://repository.uinmataram.ac.id/id/eprint/1705>, akses 6 Oktober 2025.

⁴ Qur'an Kemenag, "QS. Al-Baqarah :189," 2020, akses 6 Oktober 2025, <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/2?from=189&to=189>.

penampakan hilal (*imkān al-ru'yah*) yang menjadi standar Pemerintah Indonesia.⁵ Seperti hadis nabi yang berbunyi:⁶

قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَوْ قَالَ قَالَ أَبُو الْقَاسِمِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ عُمِّي عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ

Nabi Saw bersabda atau Abu Qasim Saw bersabda berpuasalah kamu karena melihat hilal dan berbukalah karena melihat hilal pula, jika hilal terhalang oleh awan terhadapmu maka genapkanlah bulan Sya'ban tiga puluh hari. (HR. al Bukhari).

Kemunculan bulan sabit atau hilal menjadi penanda perubahan fase lunar yang digunakan sebagai dasar sistem kalender Islam atau yang dikenal dengan kalender Hijriah. Prinsipnya, apabila bulan sabit teramati sesudah matahari tenggelam, maka malam tersebut beserta hari sesudahnya menandai awal bulan baru dalam kalender Hijriah. Sampai sekarang, observasi hilal (rukyat) masih menjadi topik diskusi karena terdapat perbedaan pendapat dalam menetapkan awal bulan Qamariah. Bulan Ramadhan dan Syawal mendapat perhatian khusus karena berkaitan dengan ibadah puasa dan perayaan Idul Fitri, sementara Zulhijah memiliki signifikansi tersendiri karena terkait dengan pelaksanaan ibadah haji.⁷

⁵ Zulfiah dan Husni Idrus. "Syahādah Hilal Non Muslim dalam Hukum Islam dan Hukum Positif Indonesia". *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 2.2 (2023): 143. <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v2i2.1900>.

⁶ Baiq, *Shahih Bukhari Muslim*, 377.

⁷ Muhammad Syaifuddin, "Studi Komparasi Hasil Rukyatulhilal Menggunakan Image Processing Ahmad Junaidi Dengan Visibilitas Hilal Kastner Dari Tahun 1439-1442 H." (SKRIPSI-UIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya 2023). <http://digilib.uinsa.ac.id/id/eprint/65571>.

B. Teori *Deep Learning* dan *Object Detection* untuk Deteksi Hilal

1. Teori *Deep Learning* dalam Deteksi Hilal

Deep learning merupakan cabang dari *machine learning* yang menggunakan jaringan saraf tiruan (*artificial neural networks*) dengan banyak lapisan (*deep neural networks*) untuk mempelajari representasi fitur dari data dalam berbagai tingkat abstraksi.⁸ Dalam konteks deteksi hilal, *deep learning* memungkinkan sistem untuk secara otomatis mengenali bentuk dan pola hilal dari citra langit, meskipun berada dalam kondisi pencahayaan rendah, kontras rendah, atau tertutup awan tipis.

Salah satu arsitektur utama dalam *deep learning* untuk analisis citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN merupakan algoritma *deep learning* yang terinspirasi dari sistem visual biologis manusia, khususnya dalam memproses informasi visual secara hierarkis. CNN memiliki kemampuan *exceptional* dalam mengenali pola dan melakukan klasifikasi objek dalam citra melalui mekanisme *convolutional layers* yang bertindak sebagai *feature extractor* otomatis, *Convolutional layer* berfungsi mengekstraksi fitur spasial dari citra melalui operasi konvolusi, sedangkan *bounding box regression* digunakan untuk memperkirakan posisi dan ukuran objek (hilal) dalam citra berdasarkan fitur yang telah diekstrak. Dalam konteks deteksi hilal, karakteristik ini sangat krusial mengingat hilal dapat muncul dalam berbagai ukuran dan orientasi pada citra langit.

⁸ Laith Alzubaidi et al., "Review of Deep Learning: Concepts, CNN Architectures, Challenges, Applications, Future Directions," *Journal of Big Data* 8, no. 1 (Maret 2021): 53. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>.

2. Algoritma *Object Detection* dan YOLOV5

Deteksi objek merupakan salah satu bidang dalam *computer vision* yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan melokalisasi objek dalam citra menggunakan *bounding box* serta mengklasifikasikannya ke dalam kategori tertentu. Untuk mengukur kinerja algoritma deteksi objek, metrik yang paling umum dan relevan digunakan adalah *mean average precision* (mAP). Algoritma deteksi objek berbasis *convolutional neural network* yang paling populer saat ini adalah *You Only Look Once* (YOLO), dengan versi YOLOV5 sebagai implementasi yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendeteksi hilal.⁹

Glenn Jocher, menghadirkan YOLOV5 dengan mengadopsi bahasa *Python* dan *framework PyTorch*. Karakteristik ini juga mendukung kemudahan dalam proses persiapan dan integrasi dengan perangkat-perangkat *IoT* (*Internet of Things*) untuk pengembangan ke depan.¹⁰ Dalam penelitian yang menggunakan model deteksi objek seperti YOLOv5, performa sistem biasanya diukur menggunakan beberapa indikator statistik agar hasilnya bisa dievaluasi secara objektif. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Precision*, *Recall*, *mAP* (*mean Average Precision*), *mAP50*, dan *F1-Score*. Kelima indikator tersebut digunakan untuk mengetahui sejauh mana sistem

⁹ Muhamad Dio Riza Pratama Dio et al., "Deteksi Objek Kecelakaan Pada Kendaraan Roda Empat Menggunakan Algoritma YOLOV5," *Teknologi* 12, no. 2 (Desember 2022): 17. <https://doi.org/10.26594/teknologi.v12i2.3260>.

¹⁰ Varad Choudhari et al., "Comparison between YOLO and SSD MobileNet for Object Detection in a Surveillance Drone," *IJSREM*, 2021, 10. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34029.51688>.

mampu mendeteksi hilal dengan benar dan membedakan antara citra yang mengandung hilal dan yang tidak. Berikut penjelasan terkait kelima indikator:

a. *Precision* (Ketepatan)¹¹

Precision adalah ukuran seberapa tepat sistem dalam mendeteksi objek hilal. Nilai *precision* menunjukkan persentase deteksi yang benar (*True Positive*) dibandingkan dengan seluruh deteksi yang dilakukan sistem (*True Positive + False Positive*).

- 1) Jika nilai *Precision* tinggi (mendekati 1 atau 100%), berarti sistem jarang salah mendeteksi,¹² artinya ketika YOLOv5 menandai “hilal,” kemungkinan besar memang benar ada hilal pada citra tersebut.
- 2) Sebaliknya, nilai *Precision* rendah berarti sistem sering salah mendeteksi objek lain (seperti awan atau cahaya senja) sebagai hilal.

Dalam konteks penelitian ini, nilai *precision* yang baik untuk deteksi hilal berada pada kisaran $\geq 0,85$.

¹¹ Dito Hafidzulrahman, “Perbandingan Algoritma”, 95.

¹² Rana, Laxana, Nandini Modi, and Shilpa Pandey. "Explainable YOLO models for early skin cancer detection using hair artifact removal and VGG16 guided annotation." *Discover Artificial Intelligence* 5.1 (2025): 358.

b. *Recall* (Cakupan Deteksi)¹³

Recall mengukur seberapa banyak sistem berhasil menemukan seluruh hilal yang sebenarnya ada pada *Dataset*. Nilai *recall* menunjukkan proporsi hilal yang berhasil dideteksi dibandingkan dengan seluruh hilal yang ada dalam data uji (*True Positive + False Negative*).

- 1) Nilai *Recall* tinggi ($\geq 0,85$) berarti sistem mampu mengenali hampir semua hilal dalam citra uji, bahkan yang redup.
- 2) Nilai *Recall* rendah berarti sistem sering gagal mendeteksi hilal yang sebenarnya muncul, terutama yang kontrasnya rendah.

c. *F1-Score*¹⁴

F1-Score merupakan gabungan antara *Precision* dan *Recall* yang memberikan ukuran keseimbangan antara ketepatan dan kelengkapan deteksi. Rumusnya adalah:

$$F1 = 2 \times \frac{(Precision \times Recall)}{(Precision + Recall)}$$

Nilai *F1-Score* berada antara 0 dan 1.

¹³ Dito Hafidzulahman, "Perbandingan Algoritma", 99.

¹⁴ Ibid., 98.

- 1) Nilai $F1$ di atas 0,80 menunjukkan keseimbangan performa model yang baik: sistem tidak hanya akurat, tetapi juga tidak melewatkan banyak hilal.
- 2) Nilai $F1$ di bawah 0,70 menunjukkan model masih kurang stabil dalam mengenali bentuk hilal yang tipis dan redup.

d. mAP (*Mean Average Precision*)¹⁵

mAP (*mean Average Precision*) adalah ukuran rata-rata akurasi model dalam mendeteksi semua kelas objek di berbagai ambang batas *confidence* (biasanya antara 0,5–0,95). Dalam penelitian ini, karena hanya ada satu kelas objek yaitu hilal, maka mAP menunjukkan rata-rata ketepatan YOLOv5 dalam mendeteksi hilal dari semua citra uji.

- 1) Nilai mAP mendekati 1 ($\geq 0,90$) menunjukkan bahwa sistem mendeteksi hilal dengan sangat baik di berbagai kondisi pencahayaan dan posisi.
- 2) Nilai mAP rendah ($< 0,70$) menunjukkan model sering gagal mengenali hilal atau banyak mendeteksi kesalahan.

e. $mAP50$ ¹⁶

$mAP50$ adalah mean Average Precision pada ambang batas IoU (*Intersection over Union*) sebesar 50%, artinya model dianggap

¹⁵ Dito Hafidzulahman, "Perbandingan Algoritma", 95.

¹⁶ Ibid., 95.

berhasil mendeteksi hilal jika area hasil deteksi tumpang tindih minimal 50% dengan area sebenarnya (label manual).

- 1) Nilai $mAP50$ tinggi ($\geq 0,90$) menandakan lokasi deteksi hilal sangat mendekati posisi sebenarnya.
- 2) Jika $mAP50$ rendah ($< 0,60$) berarti model sering salah memposisikan *bounding box* hilal (misalnya menandai area awan atau horizon).

Meskipun model YOLOv5 memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi objek, termasuk hilal, penting dipahami bahwa kecerdasan buatan (*AI*) tidak selalu menghasilkan keputusan yang absolut benar. Sistem deteksi bekerja berdasarkan nilai probabilitas atau *confidence score*, yang merepresentasikan tingkat keyakinan model terhadap suatu hasil deteksi. Dengan demikian, *AI* dapat mengalami tiga kemungkinan situasi, yaitu:¹⁷

1. Benar yang dibenarkan, yakni sistem mendeteksi hilal dengan keyakinan tinggi dan hasilnya memang benar sesuai dengan citra sebenarnya.
2. Benar yang disalahkan, ketika sistem tidak mengenali hilal yang sebenarnya ada karena tingkat pencahayaan rendah atau data latih kurang representatif (*false negative*).
3. Salah yang dibenarkan, yaitu sistem mendeteksi objek lain seperti awan, cahaya senja, atau bintik optik sebagai hilal (*false positive*).

¹⁷ Dito Hafidzulahman, "Perbandingan Algoritma", 108.

Fenomena ini terjadi karena algoritma deteksi berbasis *deep learning* tidak melakukan penilaian kontekstual seperti manusia, melainkan menghitung kemiripan pola visual yang telah dipelajari selama proses pelatihan. Oleh karena itu, hasil deteksi *AI* perlu diperlakukan sebagai bukti pendukung kuantitatif, bukan keputusan final. Dalam konteks penelitian ini, keluaran sistem berupa nilai akurasi dan *confidence score* dimaknai sebagai indikator performa teknis model, sedangkan validasi akhir terhadap kebenaran citra hilal tetap memerlukan kajian astronomis tambahan.

C. Arsitektur Sistem Berbasis Web

1. Konsep Dasar *Web Development*

Aplikasi berbasis web merupakan perangkat lunak yang dapat diakses melalui web browser pada jaringan internet atau intranet tanpa memerlukan instalasi khusus di perangkat pengguna. Dalam penelitian ini, aplikasi web dibangun menggunakan *platform streamlit* berbasis bahasa pemrograman *Python* yang memungkinkan pengembangan aplikasi web secara cepat dan efisien. *Streamlit* menyediakan komponen-komponen antarmuka bawaan yang secara otomatis menangani struktur *HTML*, *styling CSS*, dan interaktivitas *JavaScript*, sehingga pengembang dapat fokus pada logika pemrosesan data dan implementasi model *machine learning* tanpa perlu menulis kode *frontend* secara manual. Dalam konteks sistem deteksi hilal, aplikasi berbasis web memungkinkan integrasi modul pemrosesan citra, algoritma deteksi objek, dan basis data historis dalam satu platform yang dapat diakses secara terpusat oleh pengamat hilal di berbagai lokasi.

2. Integrasi Model *Machine Learning* dengan Aplikasi Web

Pada era digitalisasi astronomi modern, teknologi *machine learning* (ML) telah menunjukkan potensi signifikan dalam berbagai bidang penelitian, termasuk membantu pengamat hilal melakukan deteksi dan identifikasi objek astronomis secara lebih akurat dan efisien. *Machine learning*, yang merupakan cabang dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dan ilmu komputasi, memungkinkan sistem komputer untuk belajar dari *Dataset* citra dan menghasilkan model yang dapat melakukan deteksi atau klasifikasi objek secara otomatis, seperti dalam identifikasi hilal pada citra digital.¹⁸ Penerapan *machine learning* dalam deteksi hilal menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan metode observasi konvensional yang bergantung pada kemampuan visual manusia dan kondisi cuaca yang tidak menentu.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

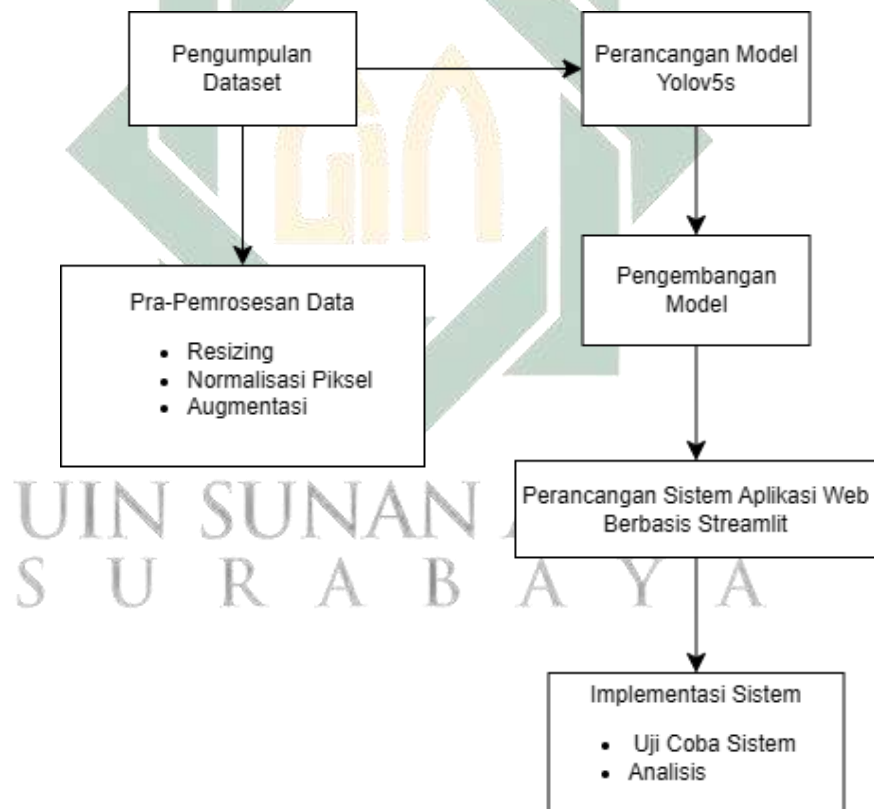
¹⁸ Ahmad, Hidayat, et al. "Pengembangan Aplikasi Klasifikasi Makanan Dengan Metode Transfer Learning Menggunakan MobilenetV2 dan Integrasi Api Nutrisi Berbasis Web". *Innovative: Journal Of Social Science Research* 4. no. 6 (2024): 2. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i6.16492>.

BAB III

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM DETEKSI HILAL BERBASIS CITRA DIGITAL

Tahapan penelitian digunakan sebagai acuan untuk menjelaskan proses penelitian mulai dari tahap awal seperti pengumpulan *Dataset* hingga tahap akhir, Tahapan penelitian dijelaskan dalam bentuk diagram di bawah ini

Gambar 1 Diagram Alur Tahapan Penelitian



Sumber: perancangan alur oleh penulis

Terdapat beberapa tahapan penelitian dalam bab ini yang sebagaimana dijelaskan berikut:

1. Pengumpulan *Dataset*

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan seluruh data yang dibutuhkan untuk penelitian. Data tersebut berupa gambar dan video hilal (bulan sabit muda) yang diperoleh dari berbagai sumber terpercaya, seperti hasil observasi astronomi dan dokumentasi lembaga resmi. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menyiapkan bahan utama yang akan digunakan dalam pelatihan dan pengujian sistem deteksi otomatis.

2. Prapemrosesan Data

Dalam penelitian ini, proses pra-pemrosesan data dilakukan menggunakan *platform Roboflow* sebagai sarana utama pengelolaan *Dataset* citra hilal. Roboflow digunakan untuk mengorganisasi, memberi label (*labelling*), serta melakukan *data treatment* terhadap seluruh citra yang digunakan dalam pelatihan dan pengujian model YOLOv5. *Dataset* yang digunakan merupakan kumpulan citra hilal hasil observasi yang telah diunggah, dikurasi, dan disesuaikan dengan kebutuhan deteksi objek tunggal (single class: *hilal*).

Tahapan *treatment* yang dilakukan melalui Roboflow meliputi:

- a. *Labeling*, yaitu pemberian anotasi pada setiap citra untuk menandai posisi hilal secara manual.
- b. *Augmentasi Data*, mencakup rotasi, peningkatan kontras, *brightness adjustment*, dan reduksi noise untuk memperkaya variasi citra tanpa menambah jumlah data mentah.

- c. Normalisasi Resolusi, yaitu penyetaraan ukuran gambar menjadi 640×640 piksel agar kompatibel dengan input layer YOLOv5.
- d. *Split Dataset*, yaitu pembagian data menjadi tiga bagian: *training* (80 %), *validation* (10 %), dan *testing* (10 %).

Seluruh tahapan ini bertujuan memastikan data pelatihan yang digunakan bersih, seragam, dan merepresentasikan kondisi citra hilal yang sebenarnya di lapangan, termasuk citra hilal yang redup, tertutup awan, atau dengan tingkat pencahayaan senja yang tinggi. Hasil pra-pemrosesan inilah yang kemudian digunakan sebagai data masukan (*input*) dalam tahap pelatihan model YOLOv5.

3. Perancangan Model YOLOv5

Pada tahap perancangan model, peneliti mengembangkan kerangka kerja dan struktur metodologis untuk mengeksekusi penelitian. Untuk penelitian ini, fokusnya adalah pada perancangan model deteksi objek menggunakan teknologi YOLO untuk pendeteksian hilal. Proses ini melibatkan pengumpulan *Dataset* yang relevan, prapemrosesan data tersebut untuk memastikan bahwa data dalam kondisi optimal untuk diproses, dan akhirnya penggunaan data tersebut dalam model terdeteksi yang dirancang. Tahap ini memastikan bahwa semua aspek teknis dari model diatur dan dioptimalkan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

4. Pengembangan Model

Proses ini melibatkan seleksi arsitektur model yang tepat, pengaturan parameter dan integrasi teknik pemodelan yang mampu memaksimalkan ekstraksi pengetahuan dari data yang ada. Pada tahap ini, penting untuk melakukan iterasi desain dan modifikasi berkelanjutan berdasarkan umpan balik awal untuk memastikan model yang dikembangkan dapat beroperasi dengan efektif dalam lingkungan nyata atau sesuai dengan kasus penggunaan yang diinginkan.

5. Perancangan Sistem *Website*

Perancangan aplikasi web dilakukan menggunakan *Streamlit*, sebuah *framework* dari bahasa *Python* yang memungkinkan pembuatan antarmuka interaktif secara langsung tanpa menggunakan *HTML* atau *Flask*.

6. Implementasi Sistem

Proses ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penerapan kode sehingga menjadi *website* dan pengujian model sehingga dapat melakukan deteksi objek hilal secara otomatis.

A. Pengumpulan dan Pengolahan *Dataset*

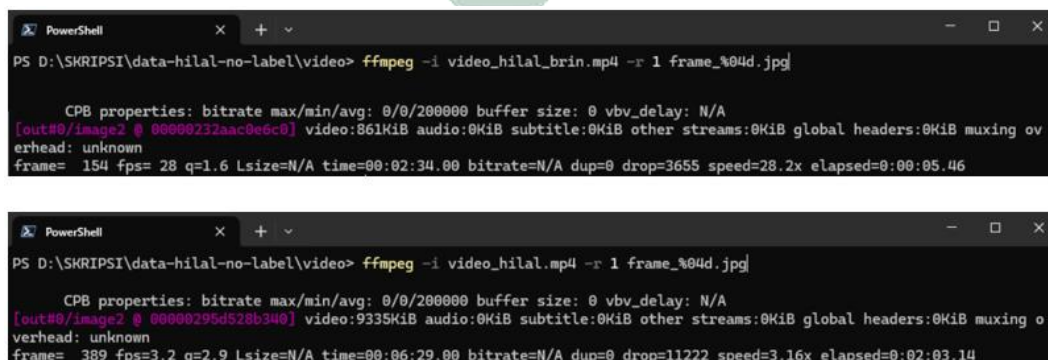
1. Sumber *Dataset*

Pada tahapan awal penelitian ini, proses pengumpulan data dilakukan dengan mengunduh *Dataset* citra hilal dari sumber terbuka dan lembaga resmi. *Dataset* yang digunakan berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan

Geofisika (BMKG), *Islamic Astronomy Center* (IAC), serta platform publik *Robloflow* yang menyediakan data citra untuk keperluan penelitian berbasis *computer vision*. Selain itu, beberapa citra hilal diperoleh dari hasil konversi video observasi hilal menjadi *frame* citra tunggal untuk memperkaya variasi kondisi pencahayaan dan bentuk hilal. Seluruh *Dataset* tersebut kemudian diseleksi dan diolah lebih lanjut pada tahap *preprocessing* untuk memastikan keseragaman format dan kualitas citra sebelum digunakan dalam pelatihan model YOLOV5.

Selanjutnya konversi video ke *frame* dengan menggunakan *software ffmpeg* yang di mana setiap *frame* video diekstrak dengan mempertimbangkan frekuensi *frame* per detik untuk menghasilkan data yang representatif tanpa *redudansi* berlebihan.

Gambar 2 Proses Konversi Video Ke *Frame* dengan *ffmpeg*



```

PS D:\SKRIPSI\data-hilal-no-label\video> ffmpeg -i video_hilal_brin.mp4 -r 1 frame_%04d.jpg

CPB properties: bitrate max/min/avg: 0/0/200000 buffer size: 0 vbv_delay: N/A
[out#0/image2 @ 00000232aac0e6c0] video:861KiB audio:0KiB subtitle:0KiB other streams:0KiB global headers:0KiB muxing overhead: unknown
frame= 154 fps= 28 q=1.6 Lsize=N/A time=00:02:34.00 bitrate=N/A dup=0 drop=3655 speed=28.2x elapsed=0:00:05.46

PS D:\SKRIPSI\data-hilal-no-label\video> ffmpeg -i video_hilal.mp4 -r 1 frame_%04d.jpg

CPB properties: bitrate max/min/avg: 0/0/200000 buffer size: 0 vbv_delay: N/A
[out#0/image2 @ 00000295d528b340] video:9335KiB audio:0KiB subtitle:0KiB other streams:0KiB global headers:0KiB muxing overhead: unknown
frame= 389 fps=3.2 q=2.9 Lsize=N/A time=00:06:29.00 bitrate=N/A dup=0 drop=11222 speed=3.16x elapsed=0:02:03.14

```

Sumber: pengolahan video ke *frame* oleh penulis

Penulis juga menggunakan metode konversi video ke *frame* yang dilakukan dengan *software ffmpeg*. *Software* ini dapat merubah sebuah video menjadi gambar per *frame* dari video. Hasil pemecahan gambar akan memiliki *output* JPG yang akan digunakan sebagai *Dataset*. Video yang peneliti ambil

berasal dari rekaman observasi hilal yang tersedia dari situs terpercaya seperti youtube. Setelah video didapat, peneliti melakukan pengecekan apabila video terlalu panjang maka akan peneliti potong sesuai dengan bagian yang hilalnya terlihat jelas. Dengan memecah video ke *frame*, peneliti bertujuan untuk memperbanyak *Dataset* yang ada sehingga dapat digunakan dalam proses pelatihan model.

Dengan melakukan kedua metode ini meningkatkan kualitas dan kuantitas *Dataset*, mendukung pelatihan dan validasi model pembelajaran. Berikut peneliti jabarkan sumber gambar yang diperoleh dalam bentuk tabel di bawah ini:

Tabel 1 Rincian Pengambilan Dataset

No	Sumber	Jumlah
1	<i>Internatonal Astronomy Center</i> https://astronomycenter.net/res.html	421
2	BMKG https://hilal.bmkg.go.id/gallery	112
3	Youtube (Video ke <i>Frame</i>) <i>ffmpeg</i>	392

Sumber: Hasil pengambilan *Dataset* oleh penulis

2. Pelabelan dan Format Data

Labelling (Anotasi) merupakan proses pemberian label pada setiap objek dari setiap gambar yang akan dilatih pada *Dataset* dalam proses *machine learning*. Pelabelan objek hilal dilakukan menggunakan *website Robloflow* yaitu platform berbasis web yang menyediakan fitur *image annotation*, *Dataset management*, serta *export format* untuk berbagai arsitektur *deep learning*.

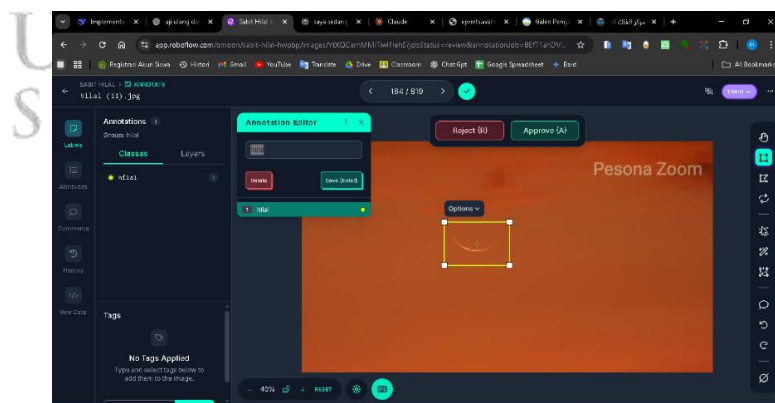
Proses pelabelan dilakukan dengan menandai posisi hilal pada setiap citra menggunakan *bounding box* berbentuk persegi panjang.

Setiap anotasi disimpan secara otomatis dalam format YOLOV5, dengan empat parameter utama yang dinormalisasi terhadap dimensi citra:

$$(x_{center}, y_{center}, width, height)$$

Proses *labelling* peneliti awali dengan mengunggah folder gambar ke dalam *website Robloflow*. Dalam tahap ini, setiap citra yang telah dianotasi oleh model diperiksa secara manual untuk disetujui (*approve*), ditolak (*reject*), atau diedit guna memastikan akurasi dan kualitas *bounding box* yang dihasilkan, sebuah langkah esensial untuk validitas data pelatihan. Data yang telah terverifikasi kemudian diproses menjadi versi baru dengan membagi data yang sudah dilabeli menjadi beberapa bagian agar sesuai dengan format YOLO.

Gambar 3 *Labelling* pada *Website Robloflow*



Sumber: *Website Robloflow*

3. Prapemrosesan Data

Sebelum *Dataset* digunakan dalam proses pelatihan model, maka peneliti melakukan tahap prapemrosesan data untuk meningkatkan kualitas citra

dan memperluas variasi *Dataset* sehingga model deteksi mampu beradaptasi terhadap berbagai kondisi observasi hilal di lapangan. Proses prapemrosesan dilakukan langsung melalui platform *Robloflow*, yang menyediakan fitur *image preprocessing* dan *augmentation* secara otomatis.

Langkah-langkah prapemrosesan yang diterapkan adalah sebagai berikut:

a. *Resize*

Setiap citra diubah ukurannya menjadi 640×640 piksel agar sesuai dengan ukuran *input* standar pada arsitektur YOLOV5. Proses *resizing* juga memastikan keseragaman dimensi citra dalam proses pelatihan.

b. Normalisasi Piksel

Nilai piksel setiap citra dinormalisasi ke rentang $[0,1]$ untuk mempercepat proses konvergensi saat pelatihan model dan menjaga kestabilan distribusi data.

c. *Augmentasi Data*

Untuk meningkatkan keragaman *Dataset* dan mengurangi risiko *overfitting*¹, dilakukan *augmentasi* citra yang meliputi:

- 1) *Flip*: membalik citra secara horizontal untuk menambah variasi arah kemunculan hilal di langit barat.

¹ Angel Metanosa Afinda, "Overfitting vs. Underfitting, Apa Bedanya?", November 13, 2024, Accessed 20 Oktober 2025, <https://www.dicoding.com/blog/overfitting-vs-underfitting-apa-bedanya/>.

- 2) *Rotation*: memutar citra dengan sudut acak tertentu (antara $\pm 15^\circ$) untuk meniru variasi sudut pandang kamera saat observasi lapangan.
- 3) *Exposure Adjustment*: mengubah tingkat kecerahan dan kontras untuk meniru kondisi pencahayaan senja yang bervariasi.

Perpaduan ketiga *augmentasi* tersebut menghasilkan penambahan dataset yang peneliti gunakan dari yang awalnya 925 menjadi 1833 gambar, sehingga membantu model mengenali hilal dengan lebih baik meskipun dalam kondisi langit berbeda (cerah, redup, atau berawan tipis). Setelah tahapan *labelling* dan prapemrosesan selesai, *Dataset* diunduh dari *Robloflow* dalam struktur folder yang kompatibel dengan YOLOV5, sebagai berikut:

```

Dataset/
├── images/
│   ├── train/
│   ├── val/
│   └── test/
└── labels/
    ├── train/
    ├── val/
    └── test/
  
```

Pembagian data dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 70% untuk data latih, 20% untuk data validasi, dan 10% untuk data uji. Hal ini bertujuan untuk membagi data dalam pelatihan model, evaluasi model, dan pencegahan *overfitting*. Proses pelabelan menggunakan *Robloflow* mempermudah pengelolaan *Dataset*, karena platform ini secara otomatis melakukan pembagian data (*train*, *validation*, *test*) serta menyediakan konversi format yang sesuai dengan konfigurasi *training* YOLOV5.²

² Novrinda Agil Tandiera. "Analisis Augmentasi Data dalam Deteksi Nominal Uang Rupiah" *Academia* (2024): 4.

B. Perancangan dan Pengembangan Model YOLOv5

1. Arsitektur YOLOv5

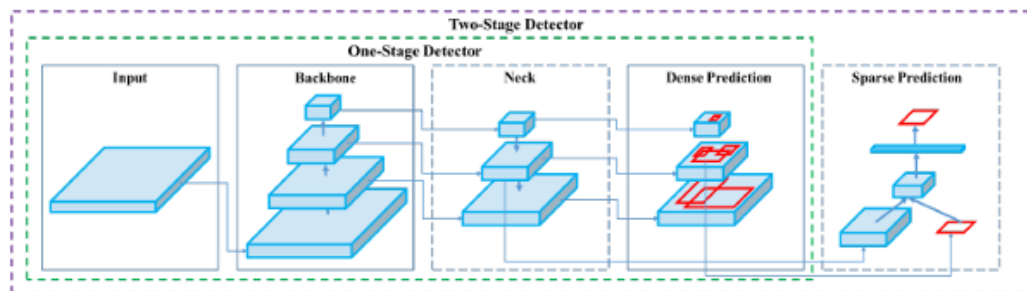
YOLOv5 dipilih sebagai arsitektur dasar karena efisiensi komputasional dan akurasi dalam deteksi objek, dengan penyesuaian parameter spesifik untuk karakteristik visual hilal yang unik. Arsitektur YOLOv5 mengimplementasikan lapisan konvolusional bertingkat yang dapat memproses dan mempelajari representasi fitur dari citra hilal. Konfigurasi teknis mencakup penentuan *hyperparameter* seperti ukuran *batch*, jumlah *epoch*, dan *learning rate* yang didokumentasikan dalam *file YAML*. *File* konfigurasi ini berperan sebagai antarmuka antara *Dataset* yang telah terstruktur dan skrip pelatihan, memungkinkan model untuk mengasimilasi pola visual dari data secara optimal. Dengan memanfaatkan *framework PyTorch*, struktur model dibangun secara modular mulai dari *backbone* untuk ekstraksi fitur fundamental, *neck* untuk integrasi konteks multiskala, hingga *head* untuk generasi prediksi akhir. Setiap komponen dalam *pipeline* ini dioptimalkan untuk memaksimalkan kapasitas pembelajaran model, dengan tujuan mencapai akurasi deteksi hilal yang optimal dalam aplikasi web yang dikembangkan.³

Model YOLOv5 dipilih karena memiliki keseimbangan antara kecepatan inferensi dan akurasi deteksi. Arsitektur YOLO pada dasarnya dibangun dari tiga bagian utama. *Backbone*, sebuah *Convolutional Neural Network* (CNN), berfungsi mengekstraksi fitur dari gambar menjadi berbagai

³ Dito Hafidzulahman, "Perbandingan Algoritma", 78.

peta fitur. Selanjutnya, *Neck* menyatukan dan memperhalus peta fitur tersebut. Terakhir, *Head* memanfaatkan fitur yang telah diolah untuk memprediksi posisi *bounding box* dan kelas objek.⁴

Gambar 4 Arsitektur YOLOV5



Sumber: Jurnal *What Is YOLOV5: A Deep Look Into The Internal Features Of The Popular Object Detector*⁵

Backbone berfungsi sebagai fondasi dalam model deteksi objek yang bertugas melakukan ekstraksi fitur fundamental dari citra *input*. Pada umumnya, *backbone* terdiri atas *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah melalui proses pretraining menggunakan *Dataset* berskala besar seperti *ImageNet* untuk keperluan klasifikasi citra. Fungsi utama komponen ini adalah mengolah citra masukan dan menghasilkan *feature maps* yang akan menjadi dasar bagi bagian model berikutnya dalam proses deteksi objek.⁶ Beberapa arsitektur *backbone* yang umum diimplementasikan meliputi *ResNet*, *EfficientNet*, dan *CSPNet*. *CSPNet*, khususnya, mampu meningkatkan efisiensi komputasi sekaligus akurasi melalui modifikasi mekanisme integrasi *residual*

⁴ Rahima Khanam and Muhammad Hussain. "What Is YOLOV5: A Deep Look Into The Internal Features Of The Popular Object Detector". *arXiv preprint arXiv:2407.20892* (30 Juli 2024): 2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.20892>

⁵ Ibid., 3

⁶ Chien-Yao Wang et al. "CSPNet: A new backbone that can enhance learning capability of CNN." *arXiv preprint arXiv:1911.11929* (28 November 2019): 10. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1911.11929>.

dan fitur, sehingga berpotensi mengurangi *redundansi* dan mempercepat proses deteksi hilal dalam aplikasi web.

Neck berperan sebagai komponen penghubung antara *backbone* dan *head* dalam arsitektur YOLOV5 yang bertugas menyempurnakan kualitas peta fitur sebelum diproses lebih lanjut. Komponen ini umumnya mengadopsi struktur piramida untuk mengintegrasikan informasi fitur dari berbagai skala, sehingga meningkatkan kemampuan deteksi objek berukuran kecil seperti hilal yang menjadi fokus penelitian ini. Tujuan utamanya adalah mengkonsolidasi informasi multiskala agar sistem dapat mendeteksi objek dengan efisiensi optimal pada berbagai ukuran. Beberapa implementasi *neck* yang umum digunakan meliputi *Feature Pyramid Networks* (FPN) dan *Path Aggregation Network* (PAN). FPN bekerja dengan menggabungkan fitur dari skala tinggi dan rendah untuk meningkatkan deteksi objek kecil dan besar, sementara PAN menambahkan jalur *bottom-up* guna mengoptimalkan transmisi informasi fitur skala rendah.⁷ Dalam konteks deteksi hilal, pemilihan arsitektur *neck* yang tepat menjadi krusial mengingat karakteristik hilal sebagai objek kecil dengan intensitas cahaya rendah.

Dalam konteks pengembangan sistem deteksi hilal berbasis YOLOV5, *Head* berfungsi sebagai komponen terminal yang memproses peta fitur hasil optimasi dari *Neck* untuk menghasilkan prediksi deteksi objek hilal.

⁷ Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao. "Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection." *arXiv preprint arXiv:2004.10934* (24 April 2020): 2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.10934>.

Modul ini umumnya tersusun atas lapisan-lapisan konvolusional yang secara paralel menghasilkan tiga *output* fundamental: koordinat *bounding box*, probabilitas klasifikasi objek, dan *confidence score*.⁸ *Head* memegang peran penting dalam menentukan akurasi akhir sistem, termasuk presisi lokasi hilal, identifikasi kelas, serta tingkat kepercayaan model terhadap hasil deteksi. Penerapan teknik *anchor boxes* dan *non-maximum suppression* (NMS) pada tahap ini berfungsi untuk memfilter deteksi ganda dan meningkatkan kualitas prediksi akhir dalam mengidentifikasi objek hilal.

2. Pelatihan Model

Proses *hyperparameter tuning* diimplementasikan untuk mendapatkan nilai-nilai *hyperparameter* yang paling efektif dalam mengoptimalkan performa model YOLOV5 untuk deteksi hilal. *Hyperparameter* adalah parameter konfigurasi yang ditetapkan sebelum fase *training* dan tidak mengalami pembelajaran dari *Dataset*. Penentuan nilai *hyperparameter* yang optimal menjadi faktor kunci dalam menghasilkan model deteksi yang akurat dan optimal.⁹ Peneliti jabarkan *hyperparameter* yang digunakan sebagai berikut:

- a. *Batch*= 16. Ukuran *batch* menunjukkan jumlah sampel citra yang diproses dalam satu iterasi pelatihan. Pada penelitian ini digunakan *batch* berukuran 16, yang merupakan kompromi seimbang antara efisiensi komputasi dan stabilitas pembaruan bobot model. *Batch* yang

⁸ Bochkovski. "Yolov4: Optimal". 2.

⁹ Justus A Ilemobayo et al., "Hyperparameter Tuning in Machine Learning: A Comprehensive Review," *Journal of Engineering Research and Reports* 26, no. 6 (Juni 2024): 390. <https://doi.org/10.9734/jerr/2024/v26i61188>.

lebih kecil dapat menghasilkan estimasi gradien yang lebih bervariasi, sehingga membantu model menghindari minimum lokal, namun berpotensi memperlambat konvergensi. Sementara itu, *batch* yang lebih besar mampu meningkatkan kecepatan pelatihan dan kestabilan gradien, tetapi membutuhkan sumber daya GPU yang lebih besar. Pemilihan *batch* 16 dinilai optimal untuk menjaga stabilitas pembelajaran sekaligus memaksimalkan kapasitas pemrosesan yang tersedia.

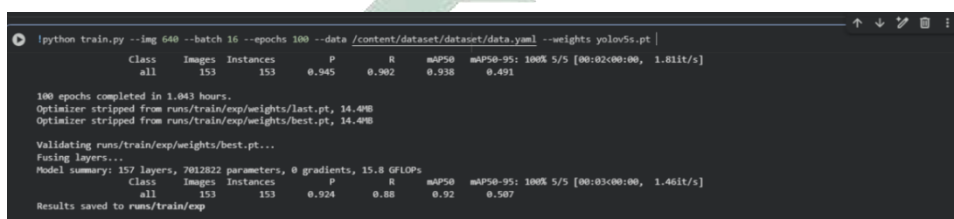
- b. Iterasi/*Epoch*= 100. *Epoch* merujuk pada berapa kali keseluruhan *Dataset* pelatihan diproses oleh model. Dalam konfigurasi ini digunakan 100 *epoch*, sehingga model memiliki kesempatan belajar yang cukup untuk menangkap pola fitur hilal secara menyeluruh. Jumlah *epoch* yang lebih tinggi biasanya meningkatkan kemampuan model dalam mempelajari data, namun juga berpotensi menyebabkan *overfitting* jika tidak dikontrol dengan baik. Oleh karena itu, nilai 100 dipilih agar proses pembelajaran berlangsung optimal.

- c. *Optimizer*: adalah metode yang digunakan untuk memperbarui bobot model berdasarkan perhitungan gradien dari fungsi kerugian. YOLOV5 secara *default* menggunakan *Stochastic Gradient Descent* (SGD) dengan momentum, karena metode ini terbukti stabil dan efektif dalam meningkatkan kinerja model deteksi objek. *Optimizer* SGD bekerja dengan melakukan pembaruan bobot secara bertahap menggunakan *subset* data (*mini-batch*), yang membantu dalam menemukan solusi optimal sambil menghindari minimum lokal.

Pemilihan *optimizer* ini turut berpengaruh terhadap kemampuan model untuk mencapai nilai kerugian (*loss*) yang rendah dan menghasilkan deteksi hilal yang lebih akurat.

Pelatihan dilakukan menggunakan *Google Colab* dengan GPU Tesla T4. Berikut peneliti jelaskan proses pelatihan:

Gambar 5 Proses Pelatihan Model



```
python train.py --img 640 --batch 16 --epochs 100 --data /content/dataset/dataset/data.yaml --weights yolov5s.pt
Class  Images  Instances  P      R      mAP50  mAP50-95: 100% 5/5 [00:02:00:00, 1.81it/s]
all    153      153      0.945  0.902  0.938  0.491

100 epochs completed in 1.043 hours.
Optimizer stripped from runs/train/exp/weights/last.pt, 14.4MB
Optimizer stripped from runs/train/exp/weights/best.pt, 14.4MB

Validating runs/train/exp/weights/best.pt...
Fusing layers...
Model summary: 157 layers, 7012022 parameters, 0 gradients, 15.8 GFLOPs
Class  Images  Instances  P      R      mAP50  mAP50-95: 100% 5/5 [00:03:00:00, 1.46it/s]
all    153      153      0.924  0.88   0.92   0.507

Results saved to runs/train/exp
```

Sumber: *Google Colab*

Hasil proses pelatihan model YOLOv5 menunjukkan bahwa model berhasil melakukan *learning* secara optimal dengan kinerja yang stabil. Berdasarkan *output* proses pelatihan, model diuji menggunakan 153 citra uji dengan jumlah objek (*instances*) yang sama. Nilai performansi yang diperoleh pada akhir pelatihan mencapai *Precision* (*P*) sebesar 0,945, *Recall* (*R*) sebesar 0,902, dan nilai mAP50 sebesar 0,938 serta mAP50-95 sebesar 0,491. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa model mampu mendeteksi objek hilal dengan tingkat ketepatan yang sangat tinggi serta kemampuan menangkap objek yang relevan secara baik.

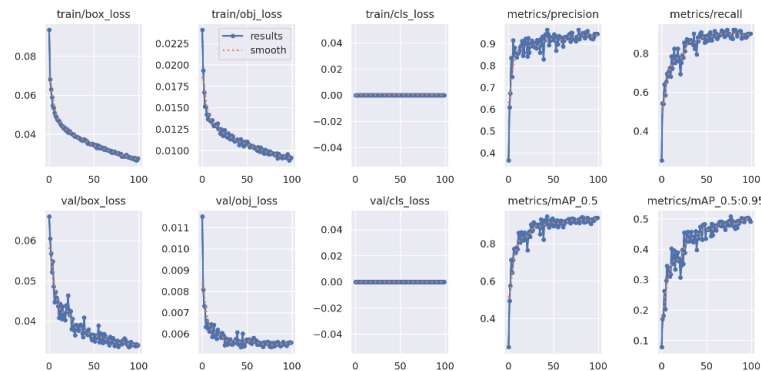
Pelatihan dilakukan selama 100 *epoch* dengan durasi total ± 1 jam, dan model terbaik disimpan dalam berkas *best.pt*. Proses *optimizer stripping* berhasil mengompres bobot model menjadi sekitar 14,4 MB, sehingga model lebih ringan dan efisien untuk diimplementasikan pada aplikasi berbasis

Streamlit. Selanjutnya, proses validasi ulang pada model *best.pt* menunjukkan konsistensi performa, dengan nilai *Precision* sebesar 0,924, *Recall* 0,88, *mAP50* 0,92, dan *mAP50-95* 0,507. Nilai evaluasi tersebut menguatkan bahwa model telah mencapai generalisasi yang baik serta mampu melakukan deteksi hilal secara akurat pada berbagai variasi citra, termasuk kondisi hilal tipis maupun cahaya rendah.

3. Validasi dan Evaluasi Model

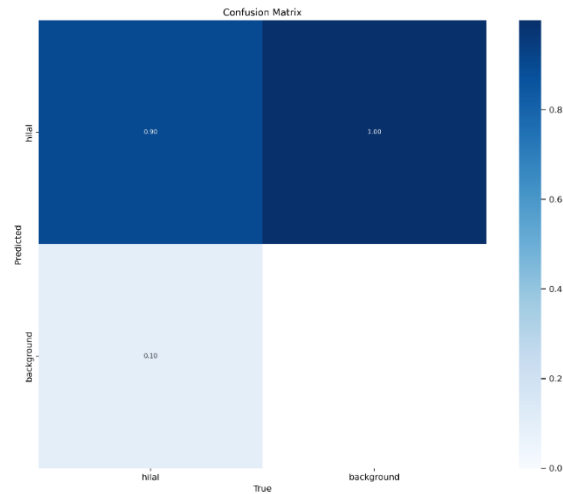
Tahap pelatihan model menghasilkan sejumlah *file output* yang tersimpan secara otomatis dalam *direktori runs/train* pada struktur folder YOLOV5. *File-file* tersebut mencakup berbagai metrik evaluasi beserta data pendukung lainnya yang menjadi dasar untuk mengukur performa model. Keseluruhan *output* pelatihan ini berfungsi sebagai landasan dalam proses validasi dan evaluasi model, memungkinkan analisis mendalam terhadap kinerja deteksi serta identifikasi area yang memerlukan optimasi. Dengan demikian, hasil evaluasi ini memfasilitasi proses iterasi perbaikan model secara sistematis sesuai dengan kebutuhan implementasi pada kondisi aktual. Berikut adalah analisis terhadap metrik evaluasi yang dihasilkan:

Gambar 6 Result



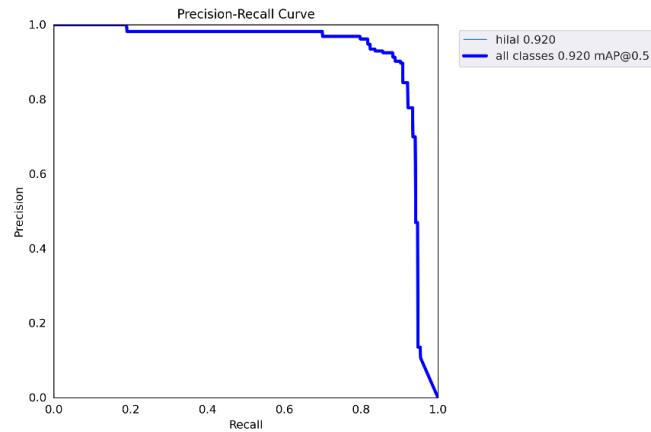
Sumber: pengujian model YOLOv5 di *Google Colab*

Grafik ini menunjukkan tren nilai *training loss*, *validation loss*, *precision*, *recall*, dan *mAP* selama proses pelatihan model YOLOv5. Terlihat bahwa kurva loss mengalami penurunan secara konsisten dengan stabilitas yang baik, menandakan bahwa proses pembelajaran berlangsung efektif dan tanpa gejala *overfitting* yang signifikan. Sementara itu, peningkatan nilai *mAP* dan stabilitas *precision-recall* di akhir *epoch* menunjukkan bahwa model mampu melakukan generalisasi secara optimal terhadap data validasi. Dengan demikian, model *best.pt* yang dihasilkan memiliki performa deteksi hilal yang kuat dan siap diintegrasikan ke dalam aplikasi web.

Gambar 7 *Confusion_matrix*

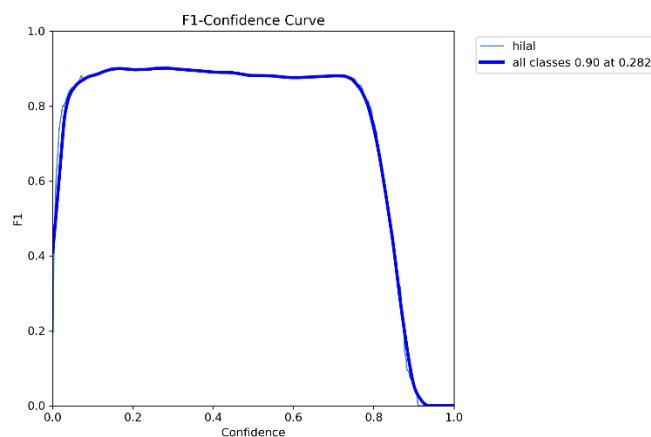
Sumber: pengujian model YOLOv5 di *Google Colab*

Confusion matrix menggambarkan jumlah prediksi benar dan salah yang dilakukan model pada data uji. Karena penelitian ini hanya memiliki satu kelas (hilal), maka matriks hanya berisi dua elemen utama, yaitu *True Positive* dan *False Negative*. Hasil evaluasi menunjukkan nilai *True Positive* tinggi, yang berarti model mampu mendeteksi hilal dengan baik. Jumlah kesalahan prediksi (*False Negative*) rendah, mengindikasikan tingkat kekeliruan dalam melewati objek hilal relatif kecil, sehingga model cukup reliabel untuk digunakan dalam proses observasi hilal digital.

Gambar 8 *PR_curve*

Sumber: pengujian model YOLOv5 di *Google Colab*

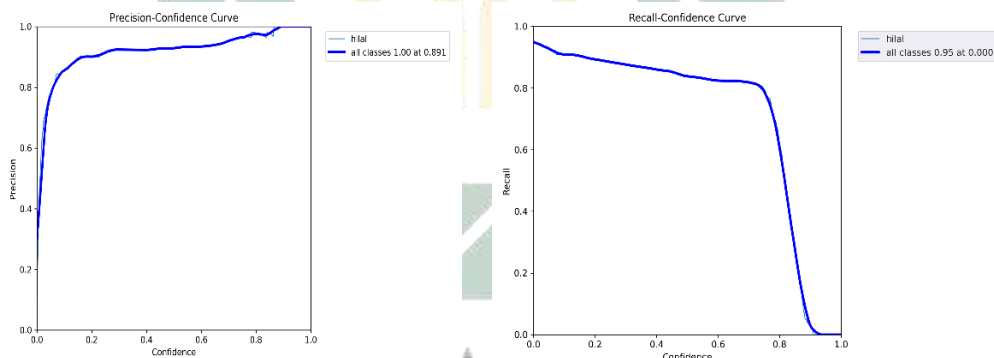
Kurva *Precision-Recall* menggambarkan hubungan antara tingkat ketepatan model dalam mendeteksi hilal (*precision*) dan kemampuannya dalam menemukan seluruh objek hilal yang ada dalam gambar (*recall*). Kurva yang berada pada area atas menunjukkan kinerja model yang stabil dan kuat. Luas area kurva yang tinggi menandakan bahwa model memiliki kemampuan klasifikasi yang baik meskipun bekerja pada citra hilal dengan intensitas cahaya rendah atau bentuk sabit sangat tipis.

Gambar 9 *F1_curve*

Sumber: pengujian model YOLOv5 di *Google Colab*

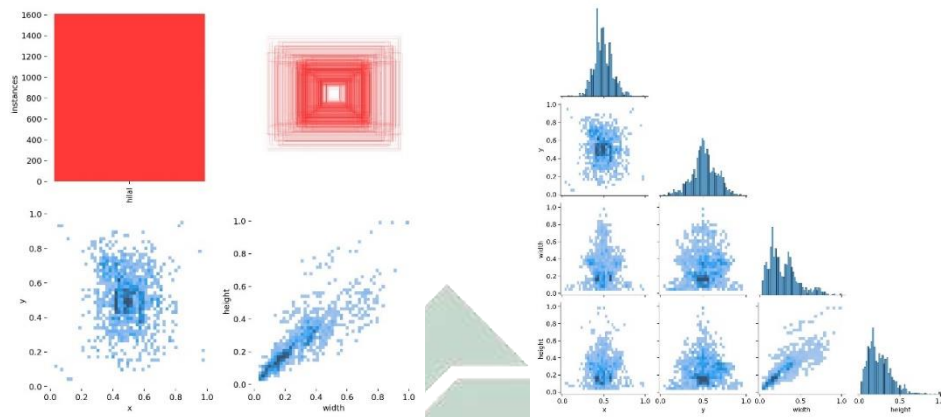
Kurva F1 memperlihatkan titik keseimbangan optimal antara *precision* dan *recall* pada berbagai ambang (*confidence threshold*). Nilai *F1-Score* yang stabil dan tinggi menunjukkan bahwa model memiliki keseimbangan performa yang baik dalam mendeteksi hilal secara presisi sekaligus mengurangi kesalahan tipe *False Negative*. Kurva ini sangat penting dalam konteks observasi hilal, karena keberhasilan deteksi hilal yang tipis harus tetap akurat tanpa banyak kehilangan objek.

Gambar 10 *P_curve* dan *R_curve*



Sumber: pengujian model YOLOv5 di *Google Colab*

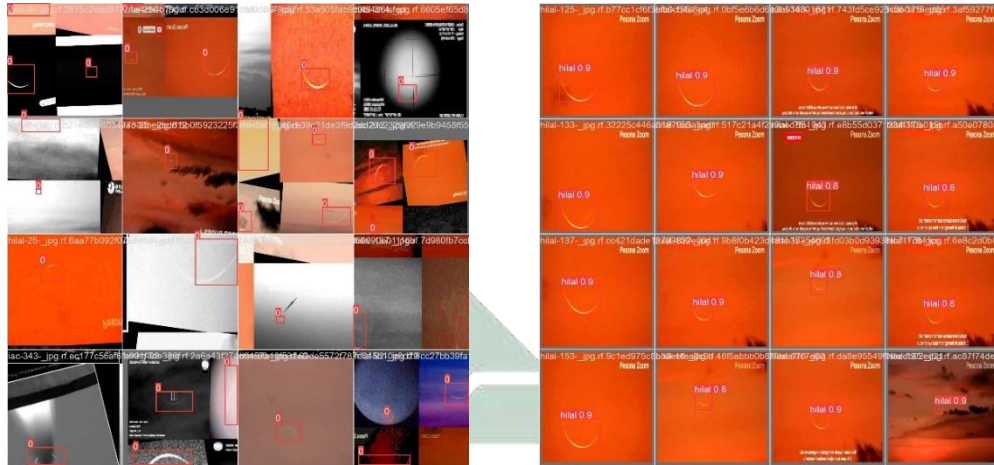
Kurva *Precision* menunjukkan kecenderungan model menghasilkan prediksi yang tepat seiring perubahan *threshold confidence*, sedangkan kurva *Recall* menggambarkan kemampuan model menangkap seluruh objek hilal. Kedua kurva tersebut tampak stabil dan tinggi, menandakan bahwa model memiliki ketahanan yang baik dalam menangani variasi kondisi pencahayaan dan bentuk hilal pada *Dataset*, serta mampu memberikan *output* yang konsisten pada berbagai *threshold* deteksi.

Gambar 11 *Labels dan Label_correlogram*

Sumber: pengujian model YOLOv5 di *Google Colab*

Grafik distribusi label (*labels.jpg*) memperlihatkan penyebaran koordinat *bounding box* pada *Dataset*, memastikan bahwa objek hilal tersebar secara proporsional pada area citra. Hal ini menunjukkan bahwa *Dataset* bervariasi dan mampu melatih model untuk mengidentifikasi hilal dengan berbagai posisi di langit.

Adapun *label correlogram* menunjukkan hubungan antar label kelas dalam *Dataset*. Karena hanya terdapat satu kelas, pola grafik tidak menunjukkan tumpang tindih antar kelas, sehingga proses pelatihan menjadi lebih fokus tanpa risiko bias antar kategori objek.

Gambar 12 *Train_batch* dan *Val_batch pred*

Sumber: pengujian model YOLOv5 di *Google Colab*

Visualisasi *batch* pelatihan (*train_batch.jpg*) dan hasil prediksi validasi (*val_batch_pred.jpg*) memberikan bukti empiris bahwa model berhasil mengenali objek hilal pada berbagai citra uji. *Bounding box* yang muncul pada gambar validasi menunjukkan kualitas prediksi yang konsisten dan akurat, bahkan pada citra hilal dengan cahaya redup atau obstruksi ringan. Visualisasi ini memperkuat klaim bahwa model YOLOv5 telah terlatih dengan baik dan siap digunakan pada aplikasi deteksi hilal berbasis web.

C. Perancangan Sistem Aplikasi Web Berbasis *Streamlit*

1. *Python* dan Platform *streamlit*

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high-level programming language*) yang bersifat *interpreted*, *general-purpose*, dan *open-source*. Bahasa ini pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1991 dan kini menjadi salah satu bahasa pemrograman yang paling

populer di dunia, terutama dalam bidang kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), pengolahan citra digital (*image processing*), dan *data science*.¹⁰

Salah satu keunggulan *Python* adalah fleksibilitasnya yang tinggi dalam pengembangan aplikasi berbasis web. Salah satu *platform* yang memanfaatkan keunggulan tersebut adalah *Streamlit*, sebuah *platform* yang memungkinkan pengembang membuat aplikasi web berbasis data dan pembelajaran mesin hanya dengan menulis skrip *Python*, tanpa perlu menggunakan bahasa *markup* seperti *HTML*, *CSS*, atau *JavaScript*.¹¹ *Platform* ini sangat cocok digunakan dalam penelitian berbasis eksperimen atau prototipe ilmiah yang membutuhkan visualisasi hasil komputasi secara interaktif dan dapat diakses oleh pengguna melalui peramban web.

Dalam penelitian ini, *Streamlit* berperan sebagai platform utama dalam menampilkan hasil deteksi hilal secara visual dan interaktif. Aplikasi web yang dibangun memungkinkan pengguna untuk mengunggah citra langit senja, menjalankan proses deteksi hilal menggunakan model YOLOV5, serta menampilkan hasil pengolahan berupa posisi hilal, nilai *confidence score*. Mulai dari *input* citra, analisis, hingga penyajian hasil terintegrasi dalam satu antarmuka aplikasi yang sederhana namun fungsional.

Secara arsitektural, *Streamlit* bekerja dengan prinsip *reactive scripting*, di mana seluruh logika *backend* dan *frontend* berada dalam satu berkas *Python*

¹⁰ Guido Van Rossum and The Python Development Team, "Python Tutorial : Release 3.8.14" (Python Software Foundation, 2022), 1. akses 28 Oktober 2025. <https://docs.python.org/3.8/tutorial/index.html>.

¹¹ Streamlit Inc. "Streamlit Documentation". akses 28 Oktober 2025. <https://docs.streamlit.io>.

(*app.py*). Setiap interaksi pengguna, seperti pengunggahan gambar atau pemilihan opsi, secara otomatis memicu pembaruan tampilan (*auto-refresh UI*). Pendekatan ini berbeda dari *framework* konvensional seperti *Flask* atau *Django* yang menggunakan sistem *routing* dan *template rendering* untuk menghubungkan antara server dan antarmuka pengguna. Karena itu, *Streamlit* lebih ringan, cepat dikembangkan, dan tidak memerlukan konfigurasi server yang kompleks, sehingga ideal untuk penelitian berbasis *machine learning* seperti deteksi hilal.

Beberapa komponen penting yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini antara lain:

- a. *st.file_uploader()* → menerima *input* citra dari pengguna,
- b. *st.image()* → menampilkan hasil deteksi YOLOV5 secara visual,
- c. *st.download_button()* → menyediakan fasilitas pengunduhan hasil deteksi.

Integrasi antara *Streamlit*, dan YOLOV5 menciptakan sistem kolaboratif: YOLOV5 bertugas mendeteksi objek hilal dari citra dan *Streamlit* menampilkan hasil komputasi tersebut secara langsung kepada pengguna. Dengan demikian, *Streamlit* tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai antarmuka interaktif yang menghubungkan analisis algoritma dengan aspek astronomi.

2. Alur Kerja Sistem

Perancangan antarmuka aplikasi web deteksi hilal dalam penelitian ini diimplementasikan menggunakan *platform streamlit* berbasis *Python*. *Streamlit* menyediakan komponen antarmuka yang memungkinkan pengembangan

tampilan aplikasi secara deklaratif tanpa perlu menulis kode HTML dan CSS secara manual. *Framework* ini dipilih karena kemampuannya dalam mengintegrasikan model *machine learning* dengan antarmuka pengguna secara efisien, sehingga mempercepat proses pengembangan dan *deployment* aplikasi web deteksi hilal.

Alur sistem aplikasi deteksi hilal berbasis *Streamlit* dirancang menggunakan alur pemrosesan terstruktur mulai dari *input* data hingga penyajian *output*. Tahapan proses digambarkan sebagai berikut:



Gambar 13 Diagram Proses Deteksi

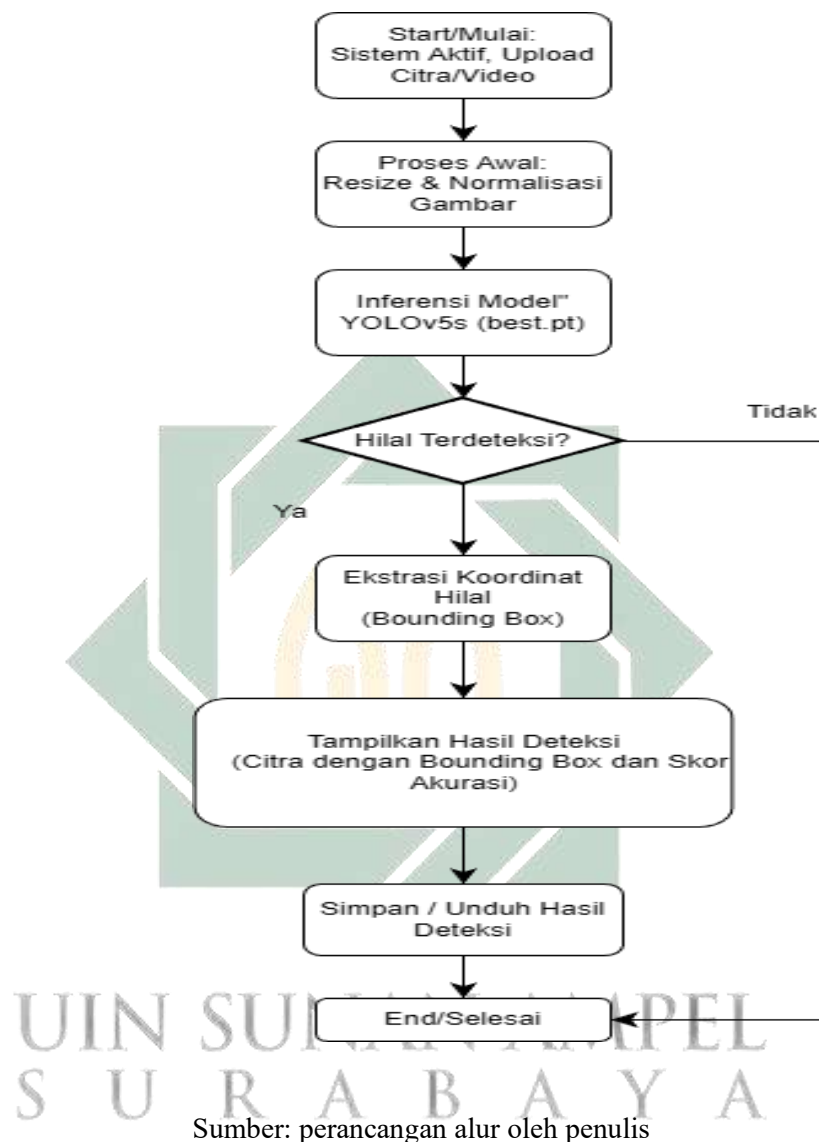


Diagram alur sistem menggambarkan proses deteksi dan analisis hilal yang diimplementasikan dalam penelitian ini. Alur sistem dapat dijelaskan melalui tahapan-tahapan berikut:

a. Inisialisasi Sistem dan *Input* Citra

Proses dimulai dengan aktivasi sistem dan pengunggahan citra observasi hilal oleh pengguna melalui antarmuka web. Sistem menerima

input berupa citra digital dalam format standar (JPEG/PNG) yang diperoleh dari hasil observasi menggunakan teleskop atau perangkat kamera digital. Selain citra statis, sistem juga mendukung deteksi hilal pada video. Video dipecah menjadi *frame* menggunakan *OpenCV*, setiap *frame* dianalisis oleh model YOLOv5, kemudian digabungkan kembali menjadi video hasil deteksi. Sistem juga menghitung rasio keberhasilan deteksi berdasarkan jumlah *frame* yang mendeteksi hilal.

b. Prapemrosesan Citra (*Preprocessing*)

Citra yang diunggah mengalami tahap prapemrosesan meliputi *resizing* dan normalisasi. Proses *resizing* menyesuaikan dimensi citra dengan spesifikasi *input* model YOLOv5, sementara normalisasi dilakukan untuk menstandarisasi nilai piksel dalam rentang [0,1] guna mengoptimalkan proses inferensi.

c. Inferensi Model YOLOv5

Citra yang telah diproses kemudian menjadi *input* bagi model YOLOv5 dengan bobot terlatih (*best.pt*). Pada tahap ini, arsitektur *deep learning* melakukan ekstraksi fitur visual dan melakukan deteksi objek hilal melalui mekanisme *gridbased prediction*.

d. Validasi Deteksi Hilal

Sistem melakukan evaluasi terhadap hasil inferensi model. Jika hilal tidak terdeteksi, proses dihentikan dan sistem memberikan

notifikasi *false negative*. Jika terdeteksi, sistem melanjutkan ke tahap analisis kuantitatif.

e. Ekstraksi Fitur Spasial

Pada tahap ini, koordinat *bounding box* hasil deteksi diekstraksi untuk mendapatkan informasi spasial meliputi posisi, dimensi, dan orientasi hilal dalam citra. Data koordinat ini menjadi basis untuk analisis visibilitas lebih lanjut.

f. Generasi *Output* dan Laporan

Tahap akhir sistem menghasilkan *output* komprehensif berupa hasil deteksi hilal yang mencakup informasi posisi objek, tingkat kepercayaan (*confidence score*), dan visualisasi *bounding box* pada citra hasil inferensi model YOLOV5. *Output* ditampilkan secara interaktif melalui antarmuka web berbasis *Streamlit* dalam bentuk tampilan citra terdeteksi dan tabel ringkasan hasil deteksi. *Output* disajikan dalam format tabel dan visualisasi melalui antarmuka web untuk kepentingan dokumentasi dan analisis lebih lanjut.

3. Struktur Aplikasi *Website*

Aplikasi web deteksi hilal dikembangkan dengan memanfaatkan *platform Github* dan *streamlit* yang memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna secara deklaratif menggunakan *Python* murni. *Github* merupakan sebuah *platform* yang menyediakan tempat untuk menyimpan hasil kode secara *online*,

Github juga berfungsi memudahkan tim dalam berbagi kode, berkolaborasi dan manajemen proyek. Pada dasarnya *Github* bekerja dengan cara menyimpan kode secara *online* agar dapat diakses dari manapun oleh pengguna untuk dilakukan penambahan atau perubahan pada kode yang telah dibuat. Pada struktur aplikasi yang dirancang dengan prinsip modularitas dan keteraturan dibuat untuk memudahkan proses pemeliharaan, serta pengembangan sistem di masa mendatang, di mana setiap komponen dalam struktur folder memiliki fungsi spesifik yang saling terintegrasi, mulai dari pemanggilan model YOLOv5, hingga penyajian hasil deteksi pada antarmuka web.

```

hilal_detection_app/
├─ app.py           # Aplikasi utama Streamlit
├─ requirements.txt # Dependensi Python
├─ packages.txt     # Paket sistem (untuk deployment)
├─ README.md       # Dokumentasi ini
├─ models/         # Folder model YOLOV5
│   └─ best.pt
└─ results/        # Folder hasil deteksi

```

File app.py berperan sebagai pusat kendali seluruh proses aplikasi, mulai dari pengunggahan gambar hingga menampilkan hasil deteksi. *File* requirements.txt berisi daftar pustaka *Python* yang diperlukan agar aplikasi dapat dijalankan pada lingkungan lain, terutama saat *deployment* atau eksekusi di server/cloud. Folder *models/* menyimpan *file* model YOLOv5 hasil pelatihan (*best.pt*) yang digunakan untuk melakukan inferensi objek hilal. Folder *results/* menyimpan citra hasil deteksi beserta *bounding box* hilal.

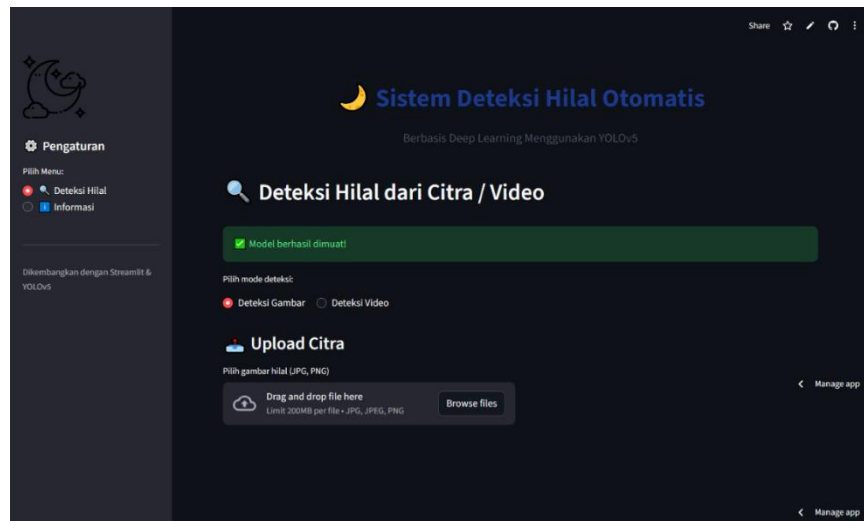
Struktur folder aplikasi yang telah di *deploy* ke *Github* kemudian di *deploy* lagi ke *Streamlit* untuk proses *hosting* agar website dapat di akses oleh publik secara *online*. Struktur ini hanya memuat komponen utama yang diperlukan untuk menjalankan simulasi deteksi hilal secara daring, yaitu berkas antarmuka utama (*app.py*), pustaka dependensi (*requirements.txt* dan *packages.txt*), model terlatih YOLOV5 pada *direktori models/*, serta folder *results/* untuk menyimpan hasil deteksi.

Meskipun sederhana, struktur ini telah mencerminkan tahap implementasi akhir dari sistem yang dikembangkan. Namun, dalam konteks penelitian akademis, struktur tersebut dilengkapi oleh struktur pengembangan yang lebih komprehensif pada tahap eksperimen, meliputi *direktori* data pelatihan, konfigurasi model, dan *notebook* analisis. Pemisahan antara struktur *deployment* dan struktur penelitian ini penting untuk menjaga *reproduktibilitas* hasil, keterlacakan (*traceability*), serta kejelasan alur penelitian dari fase desain, pengujian model, hingga implementasi sistem berbasis *Streamlit*.

4. Antarmuka Pengguna (*User Interface*) Website

Antarmuka pengguna (*User Interface*) pada aplikasi ini dibangun menggunakan komponen bawaan *Streamlit* yang ditulis langsung dalam bahasa *Python* tanpa menggunakan *HTML*, *CSS*, atau *JavaScript*. Pendekatan ini memungkinkan integrasi yang efisien antara *frontend* dan *backend*, karena seluruh logika program berjalan di dalam satu berkas *Python* yang sama (*app.py*).

Gambar 14 Halaman Utama Sistem Deteksi Hilal Otomatis



Sumber: *dummy website* deteksi hilal

Tampilan antarmuka Sistem Deteksi Hilal Otomatis dirancang dengan tampilan yang sederhana, modern, dan fungsional agar mudah digunakan oleh pengamat hilal maupun pengguna umum tanpa latar belakang teknis pemrograman. Pada bagian atas halaman utama, terdapat judul aplikasi "Sistem Deteksi Hilal Otomatis" dengan *subjudul* "Berbasis *Deep Learning* Menggunakan YOLOv5".

Tepat di bawah judul, terdapat notifikasi status pemuatan model yang memberikan informasi bahwa model deteksi telah berhasil dimuat ("Model berhasil dimuat!"). Pengguna kemudian dapat memilih mode deteksi, yaitu Deteksi Gambar atau Deteksi Video, sesuai dengan jenis data observasi yang ingin dianalisis. Bagian berikutnya menampilkan fitur unggah citra, di mana pengguna dapat *drag and drop* atau menelusuri berkas secara manual melalui

tombol "*Browse files*" untuk mengunggah gambar hilal berformat JPG atau PNG dengan batas ukuran hingga 200MB per berkas.

Pada bagian *sidebar* kiri, terdapat panel navigasi dengan menu utama yang memudahkan pengguna dalam berpindah antara halaman "Deteksi Hilal" dan "Informasi". Panel ini juga memuat identitas pengembang dengan keterangan "Dikembangkan dengan *Streamlit & YOLOV5*", menandakan bahwa aplikasi ini berbasis teknologi *machine learning* yang terintegrasi dalam lingkungan *Streamlit* UI. Tampilan modern dan penggunaan warna yang kontras membuat antarmuka ini nyaman digunakan baik untuk pengamat berpengalaman maupun pengguna awam.

Setiap interaksi pengguna, mulai dari proses *upload* hingga analisis, didesain sederhana dan terstruktur, mendukung tujuan utama aplikasi sebagai alat bantu deteksi hilal yang otomatis dan berbasis web. Antarmuka yang intuitif ini memungkinkan pengguna untuk langsung memanfaatkan kemampuan deteksi YOLOV5 tanpa perlu memahami kompleksitas teknis di baliknya, sehingga memperluas aksesibilitas sistem bagi berbagai kalangan pengamat hilal.

D. Implementasi Sistem

1. Persiapan dan Implementasi Antarmuka

Pada tahap ini, peneliti melakukan persiapan lingkungan pengembangan yang diperlukan untuk membangun dan menjalankan sistem deteksi hilal berbasis *machine learning* dengan antarmuka pengguna (*user interface*)

berbasis *Streamlit*. Persiapan ini mencakup instalasi perangkat lunak pendukung, pengaturan pustaka *Python*, serta penempatan model deteksi yang akan digunakan.

```
import Streamlit as st
import torch
try:
    import cv2
    CV2_IMPORT_ERROR = None
except Exception as e:
    cv2 = None
    CV2_IMPORT_ERROR = str(e)
import numpy as np
from PIL import Image
import os
import tempfile
from pathlib import Path
import sys
```

Modul *streamlit* digunakan untuk membangun antarmuka pengguna berbasis web yang interaktif dan mudah diakses. Pustaka *torch* merupakan inti dari *framework PyTorch* yang digunakan untuk menjalankan model YOLOv5 berbasis *deep learning*. Kode bagian *try-except* berfungsi untuk memeriksa ketersediaan pustaka *OpenCV* (*cv2*), yang digunakan untuk membaca, memproses, dan menampilkan citra digital. Jika *OpenCV* tidak ditemukan, sistem tetap dapat berjalan namun dengan menampilkan pesan kesalahan yang tersimpan dalam variabel *CV2_IMPORT_ERROR*. Hal ini mencegah terjadinya *runtime error* yang dapat menghentikan jalannya aplikasi.

Selain itu, pustaka *numpy* digunakan untuk mengolah data citra dalam bentuk array numerik, *PIL.Image* berfungsi membuka dan menampilkan gambar dalam berbagai format, sedangkan modul *os*, *tempfile*, *pathlib*, dan *sys* digunakan untuk mengatur direktori kerja sementara, mengelola jalur file, dan

memastikan program dapat berjalan lintas sistem operasi. Keseluruhan pustaka ini membentuk fondasi teknis yang memungkinkan sistem YOLOv5 bekerja secara stabil dalam proses deteksi hilal di *platform Streamlit*.

Selanjutnya, *file* model YOLOV5 yang telah dilatih ditempatkan pada folder *models/best.pt*. *File* ini berfungsi sebagai inti sistem deteksi objek hilal. Selain itu, disiapkan pula berkas contoh gambar pada *direktori data/sample.jpg* untuk keperluan uji coba awal, dan folder *results/* digunakan sebagai tempat penyimpanan hasil deteksi.

```
@st.cache_resource
def load_model():
    """Memuat model YOLOV5 yang sudah dilatih"""
    model_path = MODELS_DIR / "best.pt"

    if not model_path.exists():
        st.error(f"Model tidak ditemukan di {model_path}")
        st.info("Silakan letakkan file 'best.pt' di folder 'models/'")
        return None

    try:
        model = torch.hub.load('ultralytics/YOLOV5', 'custom',
                                path=str(model_path),
                                force_reload=False)

        model.conf = 0.25
        model.iou = 0.45
        return model
```



```
except Exception as e:
```

```
    st.error(f"Error memuat model: {str(e)}")
```

```
    return None
```

Selanjutnya, pembuatan *file* `app.py` yang nantinya berisi seluruh porses yang akan dijalankan sebagai *website* yang mencakup *frontend* dan *backend* sistem. Berikut ini merupakan potongan kode utama sistem pada berkas `app.py` yang mengatur proses unggah citra, inferensi model YOLOv5, perhitungan astronomis, serta tampilan hasil melalui *Streamlit*:

a. Komponen *Streamlit* untuk *upload* gambar

```
with col1:
    st.subheader("📁 Upload Citra")
    uploaded_file = st.file_uploader(
        "Pilih gambar hilal (JPG, PNG)",
        type=['jpg', 'jpeg', 'png']
    )
    if uploaded_file is not None:
        image = Image.open(uploaded_file)
        st.image(image, caption="Gambar yang Diupload",
            use_column_width=True)
    else:
        image = None
```

Blok `with col1:` digunakan untuk mengatur tata letak tampilan menjadi kolom, di mana komponen unggahan gambar ditempatkan pada kolom pertama. Perintah `st.subheader("📁 Upload Citra")` menampilkan

judul kecil di atas area unggahan untuk memandu pengguna. Fungsi *st.file_uploader()* merupakan elemen utama dalam fitur ini. Komponen ini memungkinkan pengguna untuk memilih dan mengunggah citra hilal dari perangkat lokal dengan format *file* .jpg, .jpeg, atau .png. Setelah file berhasil diunggah, baris *image = Image.open(uploaded_file)* digunakan untuk membuka file gambar dengan pustaka *PIL (Python Imaging Library)*.

Selanjutnya, *st.image()* menampilkan gambar yang telah diunggah ke halaman web dengan keterangan “*Gambar yang Diupload*”. Parameter *use_column_width=True* memastikan ukuran gambar menyesuaikan lebar kolom agar tampilan lebih proporsional. Kondisi *if uploaded_file is not None* digunakan sebagai pengecekan logika, memastikan program tidak menampilkan *error* ketika belum ada gambar yang diunggah. Fitur ini dikembangkan agar pengguna dapat dengan mudah memasukkan citra hilal yang akan dianalisis oleh sistem deteksi YOLOv5, tanpa perlu menggunakan perintah baris kode secara manual. Dengan demikian, sistem lebih ramah pengguna (*user friendly*) dan dapat digunakan oleh pengamat falak dari berbagai latar belakang keilmuan.

b. Proses deteksi YOLO pada gambar

```
def detect_hilal(image, model):
    """Mendeteksi hilal pada gambar menggunakan YOLOV5"""
    if model is None:
        return None, None, []
```

```

img_array = np.array(image)

results = model(img_array)

detections = results.pandas().xyxy[0]

img_result = np.squeeze(results.render())

return img_result, detections, results

```

Potongan kode di atas mendefinisikan fungsi utama sistem, yaitu *detect_hilal()*, yang bertugas untuk mendeteksi objek hilal pada citra digital menggunakan model YOLOv5. Fungsi ini menerima dua parameter: *image* sebagai input citra yang akan dianalisis, dan *model* sebagai *framework* YOLOv5 yang telah dilatih sebelumnya. Pada awal fungsi, dilakukan pemeriksaan apakah model tersedia. Jika model belum dimuat atau terjadi kesalahan, fungsi akan mengembalikan nilai *None* sebagai tanda proses deteksi tidak dapat dijalankan. Selanjutnya, citra input dikonversi ke dalam bentuk *array numerik* menggunakan pustaka *numpy*, karena YOLOv5 hanya dapat memproses data dalam format matriks numerik.

Perintah *results = model(img_array)* menjalankan proses inferensi, yaitu tahap ketika model memprediksi lokasi dan probabilitas keberadaan hilal di dalam citra. Hasil prediksi kemudian disimpan dalam format *DataFrame pandas* pada variabel *detections*, yang berisi koordinat kotak deteksi (*bounding box*), nilai *confidence score*, serta label kelas objek. Baris *results.render()* menghasilkan visualisasi deteksi hilal dengan

menambahkan *bounding box* dan teks label pada citra asli, kemudian disimpan dalam variabel *img_result*. Fungsi ini akhirnya mengembalikan tiga keluaran utama: gambar hasil deteksi, data koordinat dan nilai kepercayaan deteksi (*detections*), serta objek hasil lengkap dari model YOLOv5 (*results*). Dengan demikian, fungsi ini menjadi inti dari mekanisme pendeteksian otomatis hilal di seluruh sistem.

c. *Loop deteksi video (frame-by-frame)*

```

if uploaded_video is not None and model is not None:
    process_button = st.button("🚀 Proses Video",
                                type="primary")
    if process_button:
        tfile = tempfile.NamedTemporaryFile(delete=False,
                                              suffix=".mp4")
        tfile.write(uploaded_video.read())
        tfile.flush()
        vid_cap = cv2.VideoCapture(tfile.name)

        # ... (pengaturan video writer) ...

        stframe = st.empty()
        frame_count = 0
        detected_frames = 0

        with st.spinner("Memproses video..."):
            while True:
                ret, frame = vid_cap.read()
                if not ret:
                    break
                frame_count += 1

```

```

frame_rgb = cv2.cvtColor(frame,
cv2.COLOR_BGR2RGB)

results = model(frame_rgb)
annotated = np.squeeze(results.render())
annotated_bgr = cv2.cvtColor(annotated,
cv2.COLOR_RGB2BGR)
out.write(annotated_bgr)

try:
    has_detection = len(results.xyxy[0]) > 0
except Exception:
    has_detection =
len(results.pandas().xyxy[0]) > 0


if has_detection:
    detected_frames += 1

stframe.image(annotated, caption=f'Frame
{frame_count}', use_column_width=True)

vid_cap.release()
out.release()

```

Potongan kode di atas berfungsi untuk memproses data video hasil observasi hilal yang diunggah oleh pengguna melalui antarmuka web.

Ketika tombol “ Proses Video” ditekan, sistem akan menyimpan sementara *file* video yang diunggah (*tfile*) kemudian membaca setiap *frame* menggunakan pustaka *OpenCV* (*cv2.VideoCapture*). Setiap *frame* dari video kemudian dianalisis secara berurutan oleh model YOLOv5 untuk mendeteksi keberadaan hilal.

Perintah `cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)` digunakan untuk mengubah format warna citra dari *BGR (Blue-Green-Red)*, format bawaan *OpenCV* menjadi *RGB (Red-Green-Blue)*. Konversi ini dilakukan karena model YOLOv5 dilatih menggunakan format *RGB*, yang merupakan standar umum dalam *computer vision* dan *deep learning*. Model akan membaca urutan warna dalam bentuk *RGB* agar dapat mengenali fitur-fitur visual seperti kontur, tepi sabit, dan perbedaan intensitas cahaya secara lebih konsisten.

Secara astronomis, memang benar bahwa citra hilal pada waktu senja didominasi oleh kanal merah (*Red*) akibat pengaruh hamburan cahaya atmosfer (*Rayleigh scattering*), sementara kanal hijau (*Green*) dan biru (*Blue*) cenderung memiliki nilai yang sangat kecil atau bahkan mendekati nol. Namun demikian, tetap digunakan format *RGB* karena:

- 1) Model YOLOv5 memerlukan format tiga kanal warna (3 channel input) untuk menjaga kesesuaian struktur data dengan model *convolutional neural network (CNN)* yang sudah dilatih pada citra berwarna.
- 2) Kanal hijau dan biru meskipun lemah tetap menyimpan informasi spasial penting, seperti kontras antara hilal dan langit senja, yang membantu model mengenali bentuk sabit tipis.
- 3) Dengan tetap menggunakan format *RGB*, sistem dapat menjaga kestabilan performa deteksi pada berbagai kondisi pencahayaan,

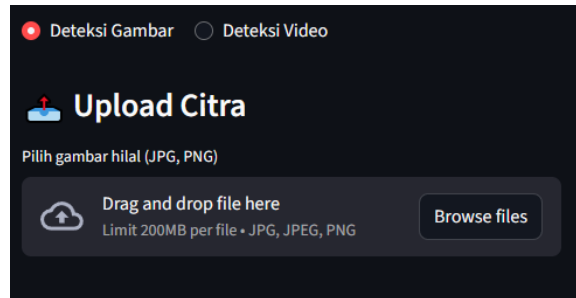
baik saat langit sangat merah maupun ketika warna langit cenderung netral.

Selanjutnya, setiap *frame* hasil deteksi divisualisasikan dengan kotak penanda (*bounding box*) berwarna menggunakan *results.render()*, kemudian disimpan kembali dalam format *BGR* agar kompatibel dengan *video writer* milik *OpenCV*. Variabel *has_detection* digunakan untuk menghitung jumlah *frame* yang berhasil mendeteksi hilal, sehingga sistem dapat memberikan laporan jumlah *frame* terdeteksi dibanding total *frame* video.

Melalui mekanisme ini, sistem mampu mengidentifikasi kemunculan hilal dari rekaman video secara otomatis, meskipun tingkat kecerahan dan dominasi warna dalam citra sangat bervariasi antara satu *frame* dengan *frame* lainnya.

2. Pengujian Antarmuka dan Integrasi Sistem

Setelah seluruh komponen utama sistem selesai diimplementasikan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian antarmuka dan integrasi sistem secara menyeluruh. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap elemen mulai dari antarmuka pengguna, model deteksi, hingga modul astronomi dapat berfungsi secara terpadu dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Gambar 15 Menu *Upload Gambar*

Sumber: *dummy website* deteksi hilal

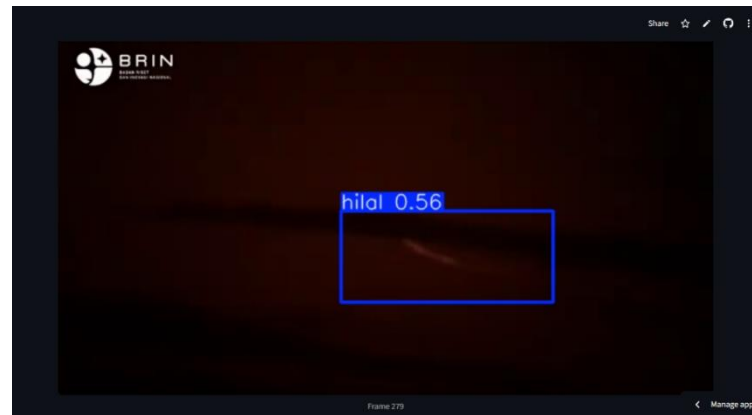
Proses pengujian diawali dengan fitur unggah gambar (*upload image*) pada antarmuka *Streamlit UI*. Pengguna dapat memilih dan mengunggah citra langit atau hilal secara langsung melalui tampilan antarmuka. Setelah gambar berhasil diunggah, sistem akan menampilkan pratinjau citra *input* sebelum dilakukan deteksi.

Tahapan berikutnya adalah menjalankan proses deteksi objek menggunakan model YOLOv5 (*best.pt*). Model ini akan melakukan inferensi pada citra yang diunggah untuk mengidentifikasi keberadaan hilal di dalam gambar. Hasil deteksi divisualisasikan pada antarmuka dengan menampilkan *bounding box* serta tingkat kepercayaan (*confidence score*) pada area yang terdeteksi.

Pengujian tidak hanya dilakukan pada citra, tetapi juga diperluas ke data video. Sistem melakukan ekstraksi *frame* (*frame extraction*) dari video yang diunggah, di mana setiap *frame* kemudian dianalisis menggunakan proses inferensi YOLOV5 per *frame*. Hasil deteksi ditampilkan secara berurutan, membentuk tampilan video deteksi hilal yang berjalan secara *realtime*.

Dokumentasi berupa *screenshot* proses dan hasil deteksi video juga disertakan sebagai bagian dari laporan pengujian.

Gambar 16 Proses Deteksi Video



Sumber: *dummy website* deteksi hilal

Berdasarkan implementasi sistem yang telah dilakukan, aplikasi deteksi hilal berbasis *Streamlit* dapat berjalan secara optimal dan responsif pada lingkungan *cloud computing* (*Streamlit Cloud*). Proses unggah citra berjalan normal dan aplikasi mampu melakukan inferensi model YOLOv5 (*best.pt*) untuk mendeteksi hilal dalam citra dengan menampilkan *bounding box* dan *confidence score*. Selain pendeteksian citra, sistem juga mendukung pendeteksian hilal berbasis video. Proses ini dilakukan secara *frame-by-frame* dan hasil deteksi *dirender* kembali menjadi video anotasi yang dapat dilihat dan diunduh oleh pengguna.

BAB IV

ANALISIS AKURASI DAN VALIDASI SISTEM DETEKSI HILAL BERBASIS YOLOV5

A. Analisis Akurasi Model YOLOv5

Untuk menilai performa model secara menyeluruh, dilakukan evaluasi terhadap metrik utama yaitu *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *mean Average Precision (mAP)*.

Tabel 2 Istilah-istilah dalam YOLO

Istilah	Makna	Interpretasi Praktis pada Deteksi Hilal
<i>Precision</i> (%)	Ketepatan deteksi, yaitu perbandingan antara jumlah hilal yang benar terdeteksi dengan seluruh hasil deteksi sistem.	Tinggi > 85 % → model jarang salah mendeteksi objek lain sebagai hilal.
<i>Recall</i> (%)	Cakupan deteksi, yaitu perbandingan antara jumlah hilal yang berhasil terdeteksi dengan jumlah hilal sebenarnya pada <i>Dataset</i> .	Tinggi > 85 % → model berhasil mengenali hampir semua hilal yang ada.
<i>F1-Score</i> (%)	Nilai gabungan keseimbangan antara <i>Precision</i> dan <i>Recall</i> .	Menggambarkan performa keseluruhan model; baik jika ≥ 80 %.
<i>mAP50</i> (%)	Rata-rata <i>Precision</i> pada ambang <i>IoU</i> 50 %.	Mengukur ketepatan posisi deteksi terhadap posisi hilal sebenarnya.
<i>IoU (Intersection over Union)</i>	Rasio luas tumpang-tindih antara <i>bounding box</i> prediksi dan area sebenarnya.	$IoU \geq 0,5$ (50 %) → deteksi dianggap benar.

Sumber: *ultralytics/yolov5*

Bagian ini menjelaskan secara sederhana makna setiap metrik evaluasi yang digunakan untuk menilai kinerja sistem deteksi hilal berbasis YOLOv5.

Tujuannya agar pembaca, termasuk yang tidak memiliki latar belakang teknis, dapat memahami arti nilai-nilai yang muncul pada hasil pengujian. Indikator yang digunakan meliputi *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, *mAP50*, dan *IoU*, yang masing-masing menggambarkan tingkat ketepatan, kelengkapan, keseimbangan, serta akurasi spasial sistem dalam mengenali hilal dari citra digital. Penjelasan istilah-istilah ini penting karena menjadi dasar interpretasi apakah sistem mampu mendeteksi hilal dengan benar, tidak mendeteksi sama sekali, atau justru menghasilkan deteksi yang keliru.

Tabel 3 Nilai Evaluasi Model YOLOv5

Metrik	Nilai	Keterangan
<i>Precision</i>	0.924	Kemampuan model membedakan hilal dan non-hilal dengan benar
<i>Recall</i>	0.880	Kemampuan model mendeteksi semua hilal dalam uji citra
<i>F1-Score</i>	0.901	Rata-rata harmonik antara <i>Precision</i> dan <i>Recall</i>
<i>mAP50</i>	0.920	Akurasi deteksi dengan ambang batas <i>IoU</i> sebesar 0.5

Sumber: hasil pelatihan model YOLOv5 oleh penulis

Berdasarkan hasil evaluasi (Gambar 5), model YOLOv5 yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan performa deteksi yang sangat baik. Nilai *precision* sebesar 0.924 mengindikasikan bahwa model mampu mengenali hilal dengan tingkat kesalahan yang rendah, artinya sebagian besar hasil deteksi merupakan prediksi yang benar. Sementara itu, nilai *recall* sebesar 0.880 menunjukkan bahwa model berhasil mendeteksi sebagian besar objek hilal yang terdapat dalam *Dataset* uji, meskipun masih terdapat sejumlah kecil citra yang tidak terdeteksi.

Nilai F1-score sebesar 0.901 menggambarkan keseimbangan yang baik antara kemampuan model dalam menghindari kesalahan deteksi (*false positive*) dan kemampuan menemukan seluruh objek hilal (*true positive*). Adapun mAP50 sebesar 0.920 menegaskan bahwa model memiliki tingkat akurasi spasial yang tinggi pada ambang batas $IoU = 0.5$, sehingga posisi *bounding box* hasil deteksi dapat dikatakan presisi terhadap posisi sebenarnya pada citra uji.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa model YOLOv5 (*best.pt*) telah mencapai tingkat akurasi yang memadai dan stabil untuk digunakan dalam sistem deteksi hilal otomatis. Dengan performa tersebut, model dinilai cukup andal untuk mendukung proses identifikasi hilal pada data pengamatan baru serta memiliki potensi untuk dioptimalkan lebih lanjut melalui peningkatan jumlah dan variasi data pelatihan.

Tabel 4 Klasifikasi Hasil Deteksi YOLOv5 terhadap Citra Hilal

Kategori	Deskripsi	Contoh Kondisi
Hilal Terdeteksi	Sistem menampilkan <i>bounding box</i> dengan confidence > 80 % dan $IoU > 50$ %.	Hilal tipis terlihat jelas di atas horizon, kontras cukup tinggi.
Hilal Tidak Terdeteksi	Hilal sebenarnya ada tetapi tidak dikenali model (confidence < 50 %).	Hilal sangat redup, tertutup kabut tipis, atau cahaya senja terlalu terang.
False Detection	Sistem menandai objek lain (awan/pantulan cahaya) sebagai hilal.	Cahaya senja di horizon terbaca sebagai lengkungan tipis menyerupai hilal.

Sumber: Pengujian model YOLOv5 oleh penulis

Dalam penelitian ini, hasil keluaran sistem YOLOv5 diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama untuk mempermudah interpretasi performa model

terhadap citra hilal. Pertama, hilal terdeteksi, yaitu kondisi ketika sistem berhasil mengenali objek hilal dengan nilai *confidence score* di atas 80% dan area deteksi memiliki *Intersection over Union (IoU)* lebih dari 50%, menandakan posisi prediksi sesuai dengan lokasi hilal sebenarnya. Kedua, hilal tidak terdeteksi, yaitu ketika objek hilal sebenarnya ada pada citra, namun sistem gagal mengenalinya karena tingkat kecerahan rendah, gangguan atmosfer, atau kontras citra yang lemah. Ketiga, *false detection*, yakni kondisi ketika sistem menandai objek lain seperti awan tipis atau pantulan cahaya senja sebagai hilal akibat kemiripan bentuk visual. Klasifikasi ini penting untuk memahami pola keberhasilan dan kegagalan deteksi YOLOv5 terhadap karakteristik citra hilal yang sangat redup dan sulit dibedakan dari latar langit.

B. Pengujian Deteksi Hilal pada Citra

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sejumlah citra uji hasil observasi hilal dari *Dataset* yang telah dijelaskan pada Bab III. Setiap citra diuji menggunakan model YOLOv5 (*best.pt*) untuk menilai tingkat akurasi deteksi, nilai *confidence score*.

Tabel 5 Hasil Pengujian Deteksi Hilal pada Citra

No	Nama File	<i>Confidence Score (%)</i>	Status Deteksi
1	hilal1.jpg	76	Terdeteksi
2	hilal2.jpg	65	Terdeteksi
3	hilal3.jpg	73	Terdeteksi
4	hilal4.jpg	68	Terdeteksi

Sumber: Pengujian model YOLOv5 oleh penulis

Dari hasil uji yang ditampilkan pada Tabel di atas, dapat dilihat bahwa seluruh citra hilal berhasil terdeteksi oleh model dengan tingkat *confidence*

score berkisar antara 65% hingga 76%. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu mengenali objek hilal dengan tingkat keyakinan yang cukup baik pada berbagai kondisi pencahayaan. Berdasarkan hasil tersebut, nilai rata-rata *confidence* model mencapai sekitar 71%, dengan waktu deteksi yang relatif cepat, yaitu kurang dari dua detik untuk setiap citra. Secara umum, model YOLOv5 dapat dikatakan telah berfungsi dengan baik dalam mengidentifikasi hilal pada data lapangan yang tersedia.

Confidence Score adalah nilai keyakinan model terhadap hasil deteksi yang dihasilkan YOLOv5. Nilai ini menunjukkan seberapa besar probabilitas (antara 0–1) bahwa objek yang dideteksi benar-benar merupakan hilal.

1. Nilai mendekati 1 ($> 0,90$ atau $> 90\%$) berarti model sangat yakin bahwa area tersebut mengandung hilal.
2. Nilai rendah ($< 0,50$ atau $< 50\%$) menunjukkan ketidakpastian tinggi sehingga hasil deteksi dapat diabaikan.

Tabel 6 Hasil Deteksi

kelas	nama	<i>confidence</i>	<i>xmin</i>	<i>ymin</i>	<i>xmax</i>	<i>ymax</i>
0	hilal	76%	214.0128	368.2143	347.1303	455.637

Sumber: pengujian model YOLOv5 oleh penulis

Hasil deteksi objek hilal yang diperoleh dari sistem berbasis model YOLOv5 (*best.pt*) menghasilkan keluaran dalam bentuk tabel yang berisi informasi parameter deteksi. Berdasarkan hasil uji, model memberikan keluaran dengan nilai sebagai berikut: *kelas* = 0, *nama* = *hilal*, *confidence* = 76%, *xmin* = 214.0128, *ymin* = 368.2143, *xmax* = 347.1303, dan *ymax* = 455.637.

Parameter kelas (*class*) dengan nilai 0 menunjukkan bahwa objek yang terdeteksi termasuk ke dalam kategori *hilal*, sesuai dengan label kelas tunggal yang digunakan saat pelatihan model. Kolom *confidence* menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap hasil deteksi, yaitu sebesar 76%, yang mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat kepercayaan yang cukup tinggi bahwa area tersebut benar mengandung objek hilal.

Selanjutnya, nilai $xmin$, $ymin$, $xmax$, dan $ymax$ merupakan koordinat piksel yang membentuk *bounding box* atau kotak pembatas di sekitar objek yang terdeteksi pada citra. Titik $(xmin, ymin)$ mewakili koordinat sudut kiri atas kotak deteksi, sedangkan $(xmax, ymax)$ menunjukkan koordinat sudut kanan bawah. Dengan kata lain, model mendeteksi keberadaan hilal di area citra yang terbentang dari koordinat piksel (214.01, 368.21) hingga (347.13, 455.64).

Data koordinat ini digunakan oleh sistem untuk menampilkan hasil deteksi secara visual dalam bentuk kotak pembatas berwarna pada antarmuka *Streamlit UI*. Visualisasi tersebut mempermudah pengguna untuk mengamati posisi hilal yang teridentifikasi oleh model secara langsung pada citra masukan. Dengan demikian, hasil keluaran numerik ini tidak hanya berfungsi sebagai bukti keberhasilan deteksi secara komputasional, tetapi juga sebagai dasar bagi sistem untuk menampilkan hasil deteksi yang dapat diamati secara visual.

Gambar 17 Hasil Deteksi Hilal pada Citra Menggunakan Model YOLOV5



Sumber: *dummy website* deteksi hilal

Berdasarkan nilai *confidence* sebesar 76%, model menunjukkan tingkat keyakinan yang cukup baik dalam mengidentifikasi objek hilal pada citra uji. Nilai tersebut termasuk dalam kategori deteksi valid karena melampaui ambang batas minimum yang umum digunakan pada sistem berbasis YOLO, yaitu 0.5 (50%). Dengan tingkat keyakinan di atas 75%, hasil ini dapat dikatakan reliabel secara visual, di mana model mampu membedakan objek hilal dari latar belakang langit yang umumnya memiliki gradasi warna dan tingkat pencahayaan yang kompleks.

Namun demikian, nilai *confidence* ini juga mengindikasikan bahwa masih terdapat ruang untuk peningkatan akurasi model, terutama melalui proses peningkatan kualitas dan keragaman data pelatihan. Misalnya, penambahan citra hilal dengan variasi kondisi atmosfer, tingkat kecerahan, dan fase bulan yang berbeda dapat membantu model mengenali lebih banyak pola visual yang

menyerupai hilal. Selain itu, penerapan teknik *augmentasi* data seperti rotasi, *contrast adjustment*, atau *noise injection* dapat memperluas kemampuan generalisasi model terhadap data baru.

Dengan demikian, meskipun model YOLOv5 (*best.pt*) telah menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi hilal pada citra uji, hasil evaluasi *confidence* ini menjadi indikator penting bahwa sistem masih dapat dioptimalkan lebih lanjut agar mencapai akurasi yang lebih tinggi dan konsistensi deteksi yang lebih stabil di berbagai kondisi observasi.

C. Pengujian Deteksi Hilal pada Video

Fitur deteksi video diuji menggunakan dua rekaman observasi hilal berdurasi antara 10-15 detik. Pengujian ini bertujuan untuk menilai kemampuan model YOLOv5 (*best.pt*) dalam melakukan deteksi objek secara berkelanjutan (*realtime detection*) pada setiap *frame* video. Setiap *frame* diekstraksi dan dianalisis secara individual, kemudian hasil deteksi dihitung untuk mengetahui persentase keberhasilan model dalam mengidentifikasi hilal pada keseluruhan *frame* video.

Tabel 7 Hasil Pengujian Deteksi Hilal pada Video

No	Nama Video	Jumlah <i>Frame</i>	Persentase (%)	Keterangan
1	video_hilal1.mp4	295	78	Terdeteksi
2	video_hilal2.mp4	475	84	Terdeteksi

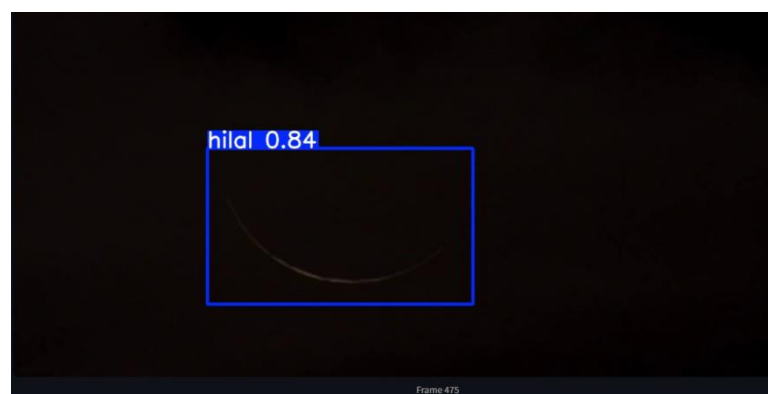
Sumber: pengujian model YOLOv5 oleh penulis

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel di atas, model menunjukkan performa deteksi yang cukup baik dalam mengidentifikasi hilal pada data video.

Pada video pertama (*video_hilal1.mp4*), model berhasil mendeteksi hilal pada sekitar 78% dari total 295 *frame*, sedangkan pada video kedua (*video_hilal2.mp4*) tingkat keberhasilan meningkat menjadi 84% dari total 475 *frame*. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem mampu melakukan deteksi secara konsisten meskipun terdapat variasi pada pencahayaan dan pergerakan kamera selama proses perekaman.

Kolom ketiga pada Tabel 7 menunjukkan persentase tingkat keakuratan deteksi hilal oleh sistem YOLOv5, yang diperoleh dari rata-rata nilai *confidence score* pada setiap citra atau *frame*. Nilai ini menggambarkan tingkat keyakinan sistem bahwa hasil deteksi tersebut benar merupakan hilal. Persentase deteksi yang tinggi menunjukkan bahwa model YOLOv5 memiliki kemampuan adaptif terhadap perubahan kondisi citra antar *frame*, seperti fluktuasi intensitas cahaya, gangguan atmosfer, atau *noise* digital. Namun, pada beberapa *frame*, hilal tidak terdeteksi karena faktor kontras rendah antara objek dan latar langit, atau karena hilal tertutupi oleh awan tipis. Kondisi tersebut menjadi salah satu tantangan umum dalam observasi hilal melalui video.

Gambar 18 Tampilan Hasil Deteksi Hilal pada Video



Sumber: *dummy website* deteksi hilal

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini membuktikan bahwa fitur deteksi video berbasis model YOLOv5 dapat diimplementasikan secara efektif untuk mendukung observasi hilal secara dinamis. Sistem mampu mendeteksi keberadaan hilal dalam waktu nyata (*realtime*) dengan tingkat keberhasilan di atas 75%, yang menandakan potensi penerapannya pada sistem pemantauan hilal otomatis di lapangan.

Secara keseluruhan, hasil pengujian dan analisis menunjukkan bahwa sistem deteksi hilal berbasis YOLOv5 yang dikembangkan dapat mengenali objek hilal secara otomatis. Model YOLOv5 mampu mendeteksi hilal dengan baik, Namun penggunaan sistem tetap perlu di verifikasi oleh para tokoh Ilmu Falak yang dimana dalam pengamatan awal bulan Hijriah masih dibutuhkan saksi mata telanjang secara langsung. Integrasi sistem dengan *platform streamlit* terbukti efektif dalam menyatukan proses deteksi citra dan visualisasi hasil secara interaktif pada satu platform berbasis web, menjadikan sistem ini lebih mudah dioperasikan dan diakses oleh pengguna. Tampilan antarmuka yang sederhana dan responsif memungkinkan pengamat untuk melakukan simulasi deteksi secara langsung, sekaligus memantau hasil inferensi model secara *realtime*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian berjudul “*Uji Akurasi Sistem Deteksi Hilal Otomatis Menggunakan YOLOv5*”, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem telah berhasil dibangun menggunakan *platform streamlit* dan terintegrasi dengan model YOLOv5 yang dilatih melalui *dataset* dari *platform Roboflow*. Rancangan sistem meliputi proses pengumpulan data, *data treatment*, pelatihan model, hingga implementasi antarmuka web yang mampu memproses citra maupun video hasil pengamatan.
2. Bahwa sistem memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengenali hilal dari citra observasi digital, baik dalam bentuk foto maupun rekaman video. Namun demikian, sistem ini bukan pengganti proses rukyat yang dilakukan secara langsung oleh pengamat. Hasil deteksi dari kecerdasan buatan hanyalah alat bantu analisis awal, karena dalam praktik penetapan awal bulan Hijriah tetap diperlukan kesaksian manusia yang mengamati hilal secara langsung dengan mata telanjang.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Model YOLOV5 dapat dikembangkan dengan jumlah *Dataset* yang lebih besar dan beragam, mencakup variasi geografis, kondisi atmosfer, serta fase-fase hilal yang berbeda, guna meningkatkan kemampuan generalisasi sistem terhadap data observasi lapangan.
2. Integrasi sistem dapat diperluas dengan menambahkan modul perhitungan parameter visibilitas hilal secara otomatis menggunakan pustaka astronomis seperti *Skyfield* atau *HilalPy* agar sistem tidak hanya mendeteksi hilal, tetapi juga memverifikasi kemungkinan keterlihatannya berdasarkan data astronomis.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi versi YOLO terbaru (YOLOv8 atau YOLOv11) untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi deteksi hilal pada skala observasi *realtime*.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

Awaludin, Muhammad and H. M. Fachrir Rahman. *Hisab-Rukyat Indonesia (Diversitas Metode Penentuan Awal Bulan Qomariah)*, Lombok Barat: CV. Alfa Press, 2022.

Baiq, Muhammad Fu'ad Abdul. *Shahih Bukhari Muslim (Dilengkapi Ringkasan Musthalah Hadist)*. Edited by Abu Firly Bassam Taqiy. Cetakan 1. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017.

Jurnal

Anggraini, Nenny, et al. "Modeling Ramadan Hilal Classification with Image Processing Technology Using YOLO Algorithm." *Journal of Applied Data Sciences*, Vol. 5, No. 3, (September 2024): 1462-1471.

Bochkovski, Alexey, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao. "Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection." *arXiv preprint arXiv:2004.10934* (24 April 2020): 1-17.

Choudhari, Varad et al. "Comparison between YOLO and SSD MobileNet for Object Detection in a Surveillance Drone." *IJSREM*, vol. 5, no. 10, (2021): 1-5.

Dio, Muhamad Dio Riza Pratama, et al. "Deteksi Objek Kecelakaan Pada Kendaraan Roda Empat Menggunakan Algoritma YOLOV5". *Teknologi: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi* 12.2 (2022): 17.

Hidayat, Ahmad, et al. "Pengembangan Aplikasi Klasifikasi Makanan Dengan Metode Transfer Learning Menggunakan MobilenetV2 dan Integrasi Api Nutrisi Berbasis Web". *Innovative: Journal Of Social Science Research* 4. no. 6 (2024): 2.

Ilemobayo, Justus A, et al. "Hyperparameter tuning in machine learning: A comprehensive review." *Journal of Engineering Research and Reports* 26. no. 6 (Juni 2024): 390.

Jaiswal, Sandeep Kumar, and Rohit Agrawal. "A comprehensive review of YOLOV5: advances in realtime object detection." *International Journal of Innovative Research in Computer Science and Technology* 12, no. 3 (Mei 2024): 77

Khanam, R. Et al. "What Is YOLOV5: A Deep Look Into The Internal Features Of The Popular Object Detector". *arXiv preprint arXiv:2407.20892*. (30 Juli 2024): 2.

Lakhotiya, Rushikesh, et al. "Image detection and real time object detection." *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* 11.5 (2023): 2785-2790.

Laith Alzubaidi et al., "Review of Deep Learning: Concepts, CNN Architectures, Challenges, Applications, Future Directions," *Journal of Big Data* 8, no. 1 (Maret 2021): 53.

Muda, Mhd Abror Muzakir, "Prblematika Metode Hisab-Rukyat" *JSSIT: Jurnal Sains dan Sains Terapan* 1, No. 2 (Agustus 2023): 19.

- Pandey, et al. "Explainable YOLO models for early skin cancer detection using hair artifact removal and VGG16 guided annotation." *Discover Artificial Intelligence* 5.1 (2025): 358.
- Putri, H. T. "Redefinisi Hilāl Dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi. *Al-Ahkam*, 22(1), 101–114.
- Ramadhani, Adnin, and Abu Salam. "Deployment of Web-Based YOLO for CT Scan Kidney Stone Detection." *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika* 8.3 (2024): 1357-1368.
- Ritonga, M., et al "Transformasi Hisab-Rukyat dalam Penentuan Awal Bulan Hijriah di Muhammadiyah". *Al-Hikmah: Jurnal Ilmu Dakwah dan Ilmu Sosial*, 21(1), 2024. 86.
- Saputra, S., & Wakia, N. *Diskursus Rukyat: Metode Mengilmiahkan Kebenaran Hisab Awal Bulan Kamariah*. El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak, 4(2), 2020. 26.
- Tandiera, Novrinda Agil. "Analisis Augmentasi Data dalam Deteksi Nominal Uang Rupiah" *Academia* (2024): 4.
- Wang, Chien-Yao, et al. "CSPNet: A new backbone that can enhance learning capability of CNN." *arXiv preprint arXiv:1911.11929*. (28 November 2020): 10.
- Zulfiah dan Husni Idrus. "Syahādah Hilal Non Muslim dalam Hukum Islam dan Hukum Positif Indonesia". *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy* 2.2 (2023): 143.

Skripsi

Hafidzulrahman, Dito. “Perbandingan Algoritma You Only Look Once (Yolo) Versi 5 Dan Versi 8 Sebagai Object Detection Pada Pendeteksian Hilal.” Skripsi, UIN Syariff Hidayatullah Jakarta, 2024.

Pratama, Muhammad Farhan Putra. “Aplikasi Informasi Hilal Berbasis Website (Hilal OASA).” Skripsi, UIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya 2023.

Syaifuddin, Muhammad. “Studi Komparasi Hasil Rukyatulhilal Menggunakan Image Processing Ahmad Junaidi Dengan Visibilitas Hilal Kastner Dari Tahun 1439-1442 H.” Skripsi, UIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya 2023.

Data Elektronik

Afinda, Angel Metanosa. “Overfitting vs. Underfitting, Apa Bedanya?.” Dicoding. 13 November 2024, akses 20 Oktober 2025, <https://www.dicoding.com/blog/overfitting-vs-underfitting-apa-bedanya/>.

Jocher, G., Chaurasia, A., Stoken, A., Borovec, J., et al. “YOLOV5: A state-of-the-art object detection model”. Ultralytics. 2020. akses 27 September 2025, <https://doi.rahman.org/10.5281/zenodo.7347926>

Qur'an Kemenag. “QS. Al-Baqarah :189,” 2020, akses 6 Oktober 2025, <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/2?from=189&to=189>.

Rossum, Guido Van and The Python Development Team, “Python Tutorial : Release 3.8.14” Python, 2022, akses 28 Oktober 2025, <https://docs.python.org/3.8/tutorial/index.html>

Streamlit Inc. “*Streamlit* Documentation”. akses 28 Oktober 2025, <https://docs.Streamlit.io>

LAMPIRAN





UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SUARABAYA
Jl. Ahmad Yani No.117, Jemur Wonosari, Kec. Wonocolo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60237, Indonesia.
Telp. (031) 8410298

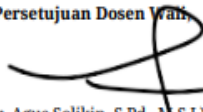
Kartu Rencana Studi (KRS)

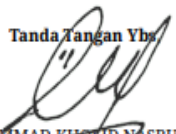
(Semester 2025/2026 GASAL)

N I M : 05010622011 **JURUSAN** : ILMU FALAK
NAMA : MUHAMMAD KHOLID NASRULLOH **SEMESTER** : 7

No.	Kode	Nama Matakuliah	Kelas	SKS	Dosen Pengajar
1.	IFA121142	Publikasi Akademik	IF7B	3	Novi Sopwan, M.Si. Dr. Agus Solikin, S.Pd., M.S.I.
2.	IFA121141	Kuliah Kerja Nyata (KKN)	IF7	4	LPPM
3.	IFA121136	Praktik Hisab dan Rukyat	IF7A	3	TEAM SYARIAH Dr. Siti Tatmainul Qulub, S.H.I., M.S.I.
4.	IFA121143	Skripsi	IF7	6	TEAM SYARIAH
Total SKS yang diambil:				16	

Surabaya, 21 November 2025

Persetujuan Dosen Wali,

(Dr. Agus Solikin, S.Pd., M.S.I.)
198608162015031003

Tanda Tangan Ybs,

(MUHAMMAD KHOLID NASRULLOH)
05010622011

Lembar 1 : Untuk mahasiswa

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

UINSUNAN AMPEL SURABAYA, JI. Ahmad Yani 117 Surabaya. Telp. 031-8410298 Fax. 031-8413300. website: fish.uinsby.ac.id, email: info@uinsa.ac.id

TRANSKRIP SEMENTARA

Nama : MUHAMMAD KHOLID NASRULLOH

Prodi : Ilmu Falak

NIM : 05010622011

Jenjang : S1

Tmp, Tgl Lahir : JOMBANG, 28 Juli 2004

No	Kode	Nama Matakuliah	Nilai	SKS	Nk
1	IFA121114	Algoritma Pemrograman	A-	3	11.01
2	IFA121133	Alternatif Penyelesaian Sengketa	A	2	8
3	IFA121115	Astrofisika	A	2	8
4	IFA121106	Astronomi	B	2	6
5	IFA121107	Astronomi Bola	A-	2	7.34
6	UIN121101	Bahasa Indonesia	A-	3	11.01
7	IFA121116	Ethno-Falak	A	2	8
8	IFA121134	Etika Profesi Hukum	A	2	8
9	IFA121105	Fikih Hisab Rukyat	A-	4	14.68
10	FSH121102	Filsafat Ilmu	A-	2	7.34
11	IFA121104	Hadis Hukum Falak	A-	2	7.34
12	IFA121108	Hisab Arah Kiblat dan Waktu Shalat	A-	2	7.34
13	IFA121109	Hisab Awal Bulan Qamariyah	A	2	8
14	IFA121110	Hisab Gerhana	A-	3	11.01
15	IFA121122	Hukum Acara Peradilan Agama	A-	2	7.34
16	IFA121123	Hukum Acara Perdata	A	3	12
17	IFA121124	Hukum Acara Pidana	A	3	12
18	IFA121125	Hukum Adat	A	2	8
19	IFA121135	Hukum Administrasi Negara	A-	2	7.34
20	IFA121126	Hukum Hak Asasi Manusia	A	2	8
21	IFA121127	Hukum Internasional	A-	2	7.34
22	FSH121112	Hukum Kewarisan Islam	A	3	12
23	FSH121106	Hukum Perdata	B+	3	9.99
24	FSH121101	Hukum Perbadatan Islam	A	2	8
25	IFA121111	Hukum Perkawinan	A	3	12
26	FSH121108	Hukum Pidana	B+	3	9.99
27	IFA121128	Hukum Tata Negara	A	3	12
28	IFA121129	Hukum Tata Negara Islam	B+	2	6.66
29	IFA121137	Instrumen Astronomi Islam	A	3	12
30	IFA121112	Kaidah Fiqhiyah	A-	2	7.34
31	IFA121117	Kajian Hisab Rukyat di Dunia	A	2	8
32	IFA121113	Kajian Kitab Ilmu Falak I	A	2	8
33	IFA121118	Kajian Kitab Ilmu Falak II	B+	2	6.66
34	UIN121103	Kewarganegaraan	B+	2	6.66
35	IFA121139	Kewirausahaan Falak	A	2	8
36	IFA121130	Kompilasi Hukum Ekonomi Syariah	A	2	8
37	IFA121131	Legal Drafting dan Opinion	A-	3	11.01
38	IFA121132	Matematika Astronomi	B+	3	9.99
39	IFA121119	Metodologi Penelitian	A-	3	11.01
40	UIN121102	Pancasila	B	2	6
41	FSH121104	Pengantar Hukum Indonesia	B+	3	9.99
42	IFA121101	Pengantar Ilmu Falak	A-	2	7.34
43	FSH121103	Pengantar Ilmu Hukum	A	3	12
44	UIN121104	Pengantar Studi Islam	A-	3	11.01
45	IFA121136	Praktik Hisab dan Rukyat	A	3	12
46	IFA121138	Praktikum Hisab dan Rukyat	A	3	12
47	IFA121120	Sistem Penanggalan	A	2	8
48	IFA121121	Statistika	A-	2	7.34
49	UIN121106	Studi Al-Hadis	A	3	12
50	UIN121105	Studi Al-Qur'an	B+	3	9.99
51	IFA121102	Studi Hukum Islam	A	2	8
52	IFA121103	Tafsir Ayat Hukum Falak	A	2	8
53	FSH121110	Ushul Fiqh	A	3	12
54	FIK-1	FIKIH IBADAH	B	0	0
55	HAD	HADIST AKHLAQ	B	0	0
56	IBA	INTENSIF BAHASA ARAB	A	0	0
57	IBA2	INTENSIF BAHASA ARAB 2	A	0	0
58	IBI	INTENSIF BAHASA INGGRIS	C	0	0
59	IBI2	INTENSIF BAHASA INGGRIS 2	C+	0	0
60	PZKBTA	PROGRAM PENINGKATAN KOMPETENSI BACA TULIS ALQURAN	A-	0	0
61	IFA121140	Observatorium, Planetarium dan Laboratorium Falak	A	3	12
62	FSH121115	Praktik Peradilan Agama	A-	3	11.01

Jumlah SKS : 136	Jumlah SKS x N : 511.08
IPK : 3.76	
Keterangan : $IPK = \frac{\sum SKS \times N}{\sum SKS}$	

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,

Dr. H. Mohammad Arif, Lc., MA.
 NIP. 197001182002121001

Surabaya, 19 November 2025
 Ketua Program Studi,

Dr. Siti Tatmainul Qulub, S.H.I., M.S.I.
 NIP. 198912292015032007



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Nomor WhatsApp: +62 896-7325-0396
Website: <https://uinsa.ac.id/fsh> Email: fsh@uinsa.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh
NIM : 05010622011
Program Studi : Ilmu Falak
Pembimbing : Novi Sopwan M.Si.

NO.	TANGGAL	MATERI KONSULTASI	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1.	14/8 ²⁵	Judul Skripsi	
2.	27/8 ²⁵	—	
3.	8/9 ²⁵	Latar belakang	
4.	16/9 ²⁵	Rumusan masalah ke 2	
5.	18/9 ²⁵	Sistematika Pembahasan	
6.	2/10 ²⁵	revisi Bab I	
7.	5/10 ²⁵	—	
8.	19/10 ²⁵	Bab II	
9.	27/10 ²⁵	Bab III	
10.	28/10 ²⁵	data bab III	

11.	29/10 ²⁵	revisi bab IV & V	
12.	12/11 ²⁵	Revisi bab I-V	
Judul Skripsi		Uji Akurasi Sitem Deteksi Hilal Otomatis Menggunakan YOLOv5	

Dosen Pembimbing.

Novi Sopwan, M.Si.
NIP. 198411212018011002



20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 15% Internet sources
- 9% Publications
- 16% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh
 NIM : 05010622011
 Fakultas/Prodi : Syariah dan Hukum/ Ilmu Falak
 Judul : Uji Akurasi Sistem Deteksi Hilal Otomatis Menggunakan YOLOv5

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian dan karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya sesuai kaidah penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 19 November 2025

Yang menyatakan,


 METERAI TEMPEL
 20140ANX188094406
 Muhammad Kholid Nasrulloh
 NIM. 05010622011

S U R A B A Y A



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Nomor WhatsApp +62 896-7325-0396
Website: <https://uinsa.ac.id/fsh> Email: fsh@uinsa.ac.id

PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI

Nama	Muhammad Kholid Nasrulloh	Prodi.	Ilmu falak
NIM.	05010622011	Semester	7 (Tujuh)

Judul:	Uji Akurasi Sistem Deteksi Hilal Otomatis Menggunakan YOLOv5		
Rumusan Masalah:	1.	Bagaimana Rancangan Sistem Deteksi Hilal Berbasis Deep Learning Menggunakan YOLOv5	
	2.	Bagaimana Tingkat Akurasi Model YOLOv5 Dalam Mendeteksi Hilal Dari Citra Digital?	

Surabaya, 19 Agustus 2025 Mahasiswa,	Menyetujui, Dosen Pembimbing,		
 Muhammad Kholid Nasrulloh NIM. 05010622011	 Novi Sopwan, M.Si NIP. 198411212018011002		
Catatan Pembimbing			

No.	Daftar Persyaratan Pengajuan Judul	Cek Pembimbing	Cek Prodi
1.	Judul sesuai keilmuan program studi		✓
2.	Judul belum dikaji oleh peneliti lain (digilib.uinsa.ac.id)		✓
3.	Memiliki Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel Tahun 2025		✓
4.	Membawa bukti persetujuan sebagai pembimbing skripsi dari dosen pembimbing		✓

Menyetujui,			
Sekretaris Prodi,	Ketua Prodi,		
 Agus Solikin, S.Pd, M.S.I NIP. 198608162015031000	 Siti Tatmainul Qulub, S.H.I., M.S.I NIP. 198912292015032007		
Catatan Prodi			



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Nomor WhatsApp +62 896-7325-0396
Website: <https://uinsa.ac.id/fsh> Email: fsh@uinsa.ac.id

PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Proposal tugas akhir yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh

NIM : 05010622011

ini telah dipertahankan di depan seminar proposal/ujian proposal tugas akhir Fakultas Syariah dan Hukum, UIN Sunan Ampel Surabaya pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 01, Oktober, 2025

dapat diterima untuk melanjutkan ke tahapan proses bimbingan tugas akhir.

Majelis Seminar /Ujian Proposal Tugas Akhir:

Pembimbing,

Novi Sopwan, M.Si.
NIP. 198411212018011002

Penguji,

Adi Damarhury, M.Si.
NIP. 198611012019031010

Mengesahkan,
Ketua Program Studi,

Dr. Siti Tatmainul Qulub, S.H.I., M.S.I.
NIP. 198912292015032007

S U R A B A Y A

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang ditulis oleh:

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh


NIM : 0501062011

Judul : Uji Akurasi Sitem Deteksi Hilal Otomatis Menggunaka YOLOv5

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diajukan pada sidang munaqasah skripsi.

Surabaya, 19 November 2025

Pembimbing,



Novi Sopwan, M.Si.

NIP. 198411212018011002

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax. 031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh
NIM : 05010622011
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Fiqah
E-mail address : kholidnasek@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Uji Akurasi Sistem Deteksi Hilol Otomatis

Menggunakan YOLOv5

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Desember 2025

Penulis

(Muhammad Kholid Nasrulloh)
nama terang dan tanda tangan

BIODATA PENULIS

Nama : Muhammad Kholid Nasrulloh

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Tempat dan Tanggal Lahir : Jombang, 28 Juli 2004

Alamat : Dsn. Kayen, Desa Kayangan, Kecamatan Diwek,
Kabupaten Jombang

Fakultas/ Jurusan/ Prodi : Syari'ah an Hukum/ Hukum Perdata Islam/ Ilmu Falak

Nim : 05010622011

Karya Tulis : Uji Akurasi Sistem Deteksi Hilal Otomatis Menggunakan
YOLOv5



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A