



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM DETEKSI VISUAL KERUSAKAN STRUKTUR BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE

YOLOV8

LAPORAN SKRIPSI

LAILA FITRIANA 2007421012

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM DETEKSI VISUAL KERUSAKAN STRUKTUR BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE

YOLOV8

LAPORAN SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan
untuk Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAILA FITRIANA

2007421012

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Laila Fitriana
NIM : 2007421027
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer /Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Sistem Deteksi Visual Kerusakan Struktur Bangunan Menggunakan Metode YOLOv8

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapar dan tulus orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisannya karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, Juli 2024

Yang :



(Laila Fitriana)

NIM.2007421012



Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

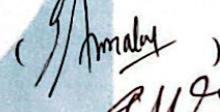
Skripsi diajukan oleh:

Nama Mahasiswa : Laila Fitriana
NIM : 2007421012
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Sistem Deteksi Visual Kerusakan Struktur Bangunan Menggunakan Metode YOLOv8

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Selasa, Tanggal 6,
Bulan Agustus, Tahun 2024 dan dinyatakan ~~LULUS~~ **TIDAK LULUS**

Disahkan oleh

Pembimbing I : Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si, M.Si
Penguji I : Defiana Arnaldy, S.Tp., M.Si.
Penguji II : Asep Kurniawan, S.Pd., M.Kom
Penguji III : Ariawan Andi Suhandana S.Kom., M.T.I

()
()
()
()

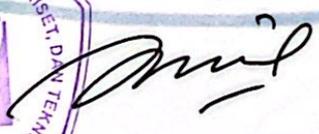
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua




Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program studi D4 Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, prodi Teknik Multimedia dan Jaringan, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi tidak dapat sukses tanpa ada bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ibu Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si yang telah membimbing dan memberikan arahan dari awal pembuatan proposal hingga akhir penyusunan skripsi.
3. Keluarga yang selalu mendukung dan memberikan doa kepada penulis supaya dapat menyelesaikan skripsi hingga mencapai kelulusan.
4. Gita Ramadhan Choiri Yuda yang selalu memberikan dukungan, dorongan dan selalu meluangkan waktunya untuk kepentingan penulis selama menyelesaikan skripsi.
5. Iffah Mirrotin Hanuna selaku sahabat yang selalu memberikan dukungan moral, keceriaan dan motivasi yang tak ternilai selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata dari penulis bagi pembaca semoga dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 19 Juli 2024

Laila Fitriana

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademis Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Laila Fitriana
NIM : 2007421012
Jurusan/Program : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia dan
Studi Jaringan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Sistem Deteksi Visual Kerusakan Struktur Bangunan Menggunakan Metode YOLOv8

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 27 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Laila Fitriana

NIM. 2007421012



SISTEM DETEKSI VISUAL KERUSAKAN STRUKTUR BANGUNAN MENGUNAKAN METODE YOLOV8

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi visual kerusakan struktur bangunan menggunakan metode YOLOv8. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kerusakan struktur pada bangunan khususnya dinding/tembok dengan menggunakan perangkat keras Raspberry Pi 4B, kamera Raspberry Pi, dan sensor ultrasonik Y401. Data gambar yang diperoleh dari kamera diproses menggunakan bahasa pemrograman python dengan library OpenCV dan diolah lebih lanjut di Google Colaboratory. Model YOLOv8 dilatih untuk mengenali berbagai jenis kerusakan seperti (retak ringan, retakan sedang, retakan berat). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi kerusakan dengan tingkat akurasi yang baik, terutama ketika objek berada dalam jarak yang lebih dekat dengan kamera. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi keretakan dengan akurasi rata-rata sebesar 52% untuk keretakan ringan dengan jarak 1 meter, 50% untuk keretakan sedang dengan jarak 2 meter, dan 53% untuk keretakan berat dengan jarak 2 meter. Secara keseluruhan, sistem mencapai akurasi rata-rata sebesar 52.67% dengan menggunakan 10 epoch saat training. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa penambahan jumlah epoch pelatihan dari 10 menjadi 20 dapat meningkatkan akurasi deteksi secara signifikan. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dan efisien dalam memantau kondisi struktur bangunan.

Kata Kunci: Deteksi kerusakan bangunan, OpenCV, Python, Raspberry Pi, YOLOv8

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2. Studi Literatur	6
2.1 Internet of Things.....	6
2.2 Raspberry Pi.....	7
2.3 Deteksi Visual	8
2.4 Penilaian Kerusakan Dinding.....	9
2.5 YOLOv8.....	9
2.6 Penelitian Sebelumnya	10
BAB III RANCANGAN DAN REALISASI	13
3.1 Rancangan Penelitian.....	13
3.2 Tahapan dan Implementasi Penelitian.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Analisis kebutuhan.....	22
4.1.1 Analisis Kebutuhan Pengolahan Data	22
4.1.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	23
4.1.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	24
4.2 Perancangan Sistem.....	24
4.2.1 Perancangan Perangkat Keras	24
4.2.2 Perancangan Pelatihan Model YOLOv8	27
4.3 Implementasi.....	27



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.3.1	Akuisisi Gambar	27
4.3.2	Pre Processing.....	28
4.3.3	Image Processing	30
4.3.4	Segmentasi	31
4.3.5	Evaluasi Performa.....	35
4.3.6	Implementasi Sistem Pada Raspberry Pi	36
4.4	Pengujian	36
4.4.1	Deskripsi Pengujian	36
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	37
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	38
4.4.4	Analisis Data Pengujian	39
BAB V PENUTUP		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		43
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		45

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk fisik Raspberry Pi	8
Gambar 3. 1 Confusion Matrix	18
Gambar 4. 1 Rancangan perangkat keras	25
Gambar 4. 2 Rancangan Pelatihan Model Yolo	27
Gambar 4.3 Proses Labeling Dataset	29
Gambar 4.4 Proses Labeling Dataset	29
Gambar 4.5 Hasil Labeling	29
Gambar 4. 6 Hasil Proses Training	31
Gambar 4.7 Matrix Confusion	32
Gambar 4. 8 Grafik segmentasi.....	34
Gambar 4.9 Sistem Pada Raspberry Pi	36
Gambar 4. 10 Hasil pengujian pertama.....	38
Gambar 4. 11 Hasil pengujian kedua	39



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perangkat	7
Tabel 4. 1 Kebutuhan Dataset	22
Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Keras	23
Tabel 4. 3 Kebutuhan Perangkat Lunak	24
Tabel 4. 4 Kelompok Jenis Data	28
Tabel 4. 5 Pembagian Data Gambar	30
Tabel 4.6 Hasil Pengujian pertama.....	40
Tabel 4.7 Hasil Pengujian kedua.....	41





BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kerusakan pada bangunan di sekitar kita sering kali tidak disadari dalam kehidupan sehari-hari. Namun, kerusakan tersebut bisa menjadi ancaman serius terhadap keamanan dan kesejahteraan masyarakat. Bangunan gedung yang mengalami kerusakan non struktural dapat menjadi bahaya bagi penghuninya serta orang-orang di sekitarnya. Dalam dunia Civil, potensi ketahanan dan kerusakan dapat dilihat dan diperkirakan dari material yang digunakan. Material bahan bangunan pengisi dinding untuk pembangunan rumah tinggal dan gedung umumnya menggunakan bata merah dan batako. Dinding ini berfungsi sebagai partisi pemisah bagian dalam atau penutup luar bangunan pada struktur portal beton bertulang. Dinding dipasang apabila struktur utama selesai dikerjakan dan dianggap sebagai beban mati. Menurut Maidiawati dan Tanjung tahun 2016 menyatakan bahwa struktur bangunan dengan dinding bata merah mempunyai kekakuan struktur yang besar. Terkadang, kerusakan tersebut dapat menyebabkan kecelakaan serius seperti runtuhnya bangunan, yang dapat mengakibatkan cedera bahkan korban jiwa. Oleh karena itu, memiliki sistem pendeteksi visual yang dapat secara otomatis mengidentifikasi tanda-tanda kerusakan dapat membantu mencegah kecelakaan yang tidak diinginkan. Dengan adanya sistem pendeteksi visual, pemilik bangunan atau pengelola gedung dapat secara proaktif memantau kondisi bangunan mereka. Hal ini memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi kerusakan sedini mungkin dan mengambil tindakan perbaikan sebelum kerusakan menjadi lebih parah. Hal ini dapat menghemat biaya pemeliharaan jangka panjang, karena perbaikan dini cenderung lebih murah dibandingkan dengan perbaikan yang dilakukan setelah kerusakan bertambah parah. Kemajuan teknologi telah menghasilkan pertumbuhan yang pesat, dengan berbagai perangkat dan sistem yang dikembangkan untuk meningkatkan kehidupan masyarakat di berbagai bidang. Namun, terdapat kendala yang perlu diatasi untuk mengoptimalkan penggunaan teknologi ini dalam deteksi kerusakan struktural pada bangunan, seperti Keterbatasan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pengamatan Visual, Inspeksi visual tradisional dalam memantau kondisi bangunan seringkali kurang efektif, terutama jika dilakukan oleh orang awam yang tidak memiliki pengetahuan mendalam tentang teknik sipil.

Dalam era kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah menjadi pendorong utama dalam menghadirkan solusi inovatif untuk pemantauan dan pemeliharaan struktur bangunan. Salah satu aspek penting dalam pemeliharaan struktur bangunan adalah deteksi visual kerusakan, yang memerlukan pendekatan yang cepat, akurat, dan efisien. Dalam konteks ini, pemanfaatan teknologi *deep learning*, khususnya menggunakan metode YOLOv8 (*You Only Look Once version 8*), serta integrasinya dengan perangkat keras *Raspberry Pi*, menjanjikan solusi yang optimal untuk meningkatkan sistem deteksi visual kerusakan struktur bangunan. Metode YOLOv8 dikenal karena kemampuannya dalam melakukan deteksi objek dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan memanfaatkan kekuatan metode ini, dapat dikembangkan sistem deteksi visual yang mampu mengidentifikasi kerusakan pada struktur bangunan dengan cepat dan tepat. *Raspberry Pi* sebagai perangkat *mini komputer* dengan kemampuan komputasi yang cukup memadai menjadi pilihan yang ideal untuk diintegrasikan dalam sistem ini, karena ukurannya yang kecil, konsumsi daya yang rendah.

Keberadaan sistem deteksi visual kerusakan struktur bangunan dengan metode YOLOv8 dan menggunakan *Raspberry Pi* diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dalam mengatasi kendala-kendala seperti waktu respons yang cepat dan kebutuhan daya komputasi yang rendah. Sistem ini juga dapat digunakan oleh pemilik bangunan atau pihak terkait untuk merespon dan mengatasi kerusakan secepat mungkin, mengurangi potensi risiko kecelakaan serta kerugian finansial yang disebabkan oleh kerusakan struktur bangunan. Dengan demikian, pengembangan sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya pemeliharaan dan keamanan struktur bangunan secara efisien dan inovatif.

1.2. Rumusan Masalah

Dari informasi yang telah diuraikan pada bagian latar belakang, maka perumusan masalah dapat difokuskan sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- a. Bagaimana cara mengimplementasikan sistem deteksi visual kerusakan pada bangunan menggunakan metode YOLOv8?
- b. Bagaimana mengembangkan sebuah sistem deteksi visual kerusakan struktur bangunan yang memanfaatkan metode YOLOv8 dan Raspberry Pi untuk memberikan solusi yang efektif dalam pemeliharaan dan keamanan bangunan?
- c. Bagaimana mengoptimalkan kinerja sistem deteksi visual berbasis Raspberry Pi agar dapat berjalan secara efisien dan akurat dalam mendeteksi kerusakan struktur bangunan?

1.3. Batasan Masalah

Ada beberapa batasan yang perlu diperhatikan dalam penelitian mengenai rancang bangun sistem deteksi visual kerusakan bangunan. Beberapa batasan tersebut mencakup:

- a. Pengembangan sistem difokuskan pada deteksi visual kerusakan atau keretakan bangunan.
- b. Integrasi sistem dengan perangkat keras *Raspberry Pi* untuk memungkinkan implementasi dengan konsumsi daya yang rendah.
- c. Pada penelitian ini hanya dibatasi pada tiga tingkat kerusakan yaitu ringan, sedang, dan berat
- d. Penggunaan istilah dunia sipil untuk kerusakan ringan (*Hairline*), kerusakan sedang (*Structural*), dan kerusakan berat (*Spalling*)
- e. Diaplikasikan hanya pada dinding non struktural, dan polos, elemen lain diabaikan, dan kategori kerusakan hanya berdasarkan visual.
- f. Kesimpulan saat perhitungan akurasi, satuan jarak dikonfigurasi ke dalam satuan meter.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini diantisipasi akan memberikan kontribusi baru terhadap isu-isu teknologi yang sejenis. Manfaat yang diharapkan dapat diraih dari penelitian ini adalah:

- a. Mengembangkan sistem yang dapat mendeteksi kerusakan struktur bangunan secara konsisten dan akurat menggunakan metode YOLOv8 dan Raspberry Pi, yang hanya aktif saat dibutuhkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- b. Menerapkan teknologi terbaru dalam pemeliharaan struktur bangunan dengan cara yang hemat energi, memastikan penggunaan sumber daya yang efisien dan inovatif.
- c. Alat deteksi dengan jarak satu sampai dua meter dapat memberikan hasil yang konsisten dan akurat dibanding dengan cara manual yang dilakukan orang awam yang dapat dipengaruhi oleh subjektivitas dan kondisi fisik tertentu.
- c. Mengoperasikan sistem melalui terminal memungkinkan pengguna untuk memiliki kontrol penuh atas kapan dan bagaimana sistem deteksi diaktifkan, memudahkan pengelolaan dan pemeliharaan.
- d. Dengan sistem ini, potensi risiko kecelakaan akibat kerusakan struktural dapat diminimalkan, meningkatkan keselamatan dan keamanan bagi penghuni atau pengguna bangunan.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan struktur yang digunakan dalam penyusunan skripsi. Sistematika penulisan skripsi ini meliputi:

a. BAB I PENDAHULUAN

Bagian pertama atau Bab I menjelaskan tentang latar belakang, ruang lingkup, dan kegunaan dari pembuatan system deteksi visual kerusakan bangunan berbasis *IoT* menggunakan YOLOv8.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian kedua atau Bab II memberikan penjelasan mengenai teori dasar atau studi literatur yang relevan dengan berbagai aspek topik yang dibahas dalam penyusunan skripsi ini, yang bersumber dari referensi yang terpercaya.

c. BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI ATAU RANCANG BANGUN Bagian ketiga atau Bab III menjelaskan mengenai perancangan, model/*framework*, analisis, dan jadwal penelitian yang akan dilakukan terkait dengan pengembangan system deteksi visual kerusakan bangunan.

d. BAB IV PEMBAHASAN

Pada Bab IV terdapat Daftar Pustaka

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis kebutuhan

4.1.1 Analisis Kebutuhan Pengolahan Data

Pengolahan dataset gambar merupakan langkah penting dalam pengembangan sistem deteksi visual kerusakan struktur bangunan menggunakan metode YOLOv8. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa data gambar yang digunakan memiliki kualitas dan format yang sesuai untuk pelatihan model, sehingga dapat mencapai akurasi deteksi yang tinggi. Pada tabel 4.1 menunjukkan analisis kebutuhan pengolahan dataset gambar yang diperlukan.

Tabel 4. 1 Kebutuhan Dataset

Jenis Objek	Gambar	Deskripsi
Dinding dengan retak ringan		Gambar kategori keretakan ringan menggambarkan retakan yang kecil dan halus pada permukaan struktur bangunan. Retakan ringan ini sering tidak menembus lapisan material yang lebih dalam dan mungkin hanya mempengaruhi lapisan permukaan yang ada. Contoh: Retakan Rambut, sangat tipis seperti helaian rambut yang biasa muncul pada permukaan plester atau cat.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Dinding dengan retak sedang		Dalam kategori keretakan sedang menunjukkan retakan yang lebih besar dan lebih dalam dibandingkan dengan retakan ringan. Retakan sedang memiliki lebar yang signifikan dan dapat menembus lapisan bawah atau material.
Dinding dengan retak berat		Keretakan berat menunjukkan retakan yang sangat besar dan dalam, yang mempengaruhi integritas struktur bangunan, keretakan ini seringkali memiliki lebar yang signifikan dan dapat menembus seluruh lapisan material.

4.1.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Analisis untuk mendukung proses pengolahan dataset gambar, perangkat keras bertujuan untuk mendukung kinerja sistem agar dapat bekerja secara optimal, pada tabel 4.2 menjelaskan peran masing – masing perangkat keras yang digunakan.

Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat Keras	Deskripsi
Raspberry Pi 4 Model B	Perangkat ini berfungsi sebagai platform utama untuk pengumpulan data gambar dan pemrosesan awal sebelum dikirimkan untuk pelatihan model.
Kamera Raspberry Pi	Perangkat kamera digunakan untuk menangkap gambar struktur bangunan yang menunjukkan berbagai jenis kerusakan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Sensor Ultrasonik	Perangkat untuk mendukung system dalam mengukur jarak atau mendeteksi keberadaan objek.
-------------------	---

4.1.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak digunakan untuk mendukung pembuatan sistem sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang diinginkan, beberapa perangkat lunak yang digunakan akan memudahkan pengerjaan penelitian, tabel 4.3 akan menunjukkan apa saja perangkat lunak yang mendukung dalam penelitian ini.

Tabel 4. 3 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat Keras	Deskripsi
Python	Bahasa pemrograman yang dipilih dan digunakan untuk pengembangan sistem deteksi visual kerusakan struktur bangunan. Python digunakan untuk mengembangkan algoritma pengolahan gambar, pelatihan model YOLOv8 dan analisis data visualisasi hasil.
Google Collaboratory	Platform berbasis cloud yang digunakan eksekusi kode Python dalam lingkungan notebook. Dilengkapi dengan akses gratis ke GPU dan CPU.
Roboflow	Platform yang menyediakan alat untuk mengolah dan meningkatkan dataset gambar, dengan melakukan anotasi gambar, augmentasi dataset dan mengkonversi format dataset sesuai model yang diinginkan.
VNC	Teknologi yang digunakan untuk remote access dan control computer dari jarak jauh melalui jaringan. VNC digunakan untuk mengendalikan Raspberry Pi dari jarak jauh.

4.2 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem akan menjalaskan beberapa rancangan secara terpisah.

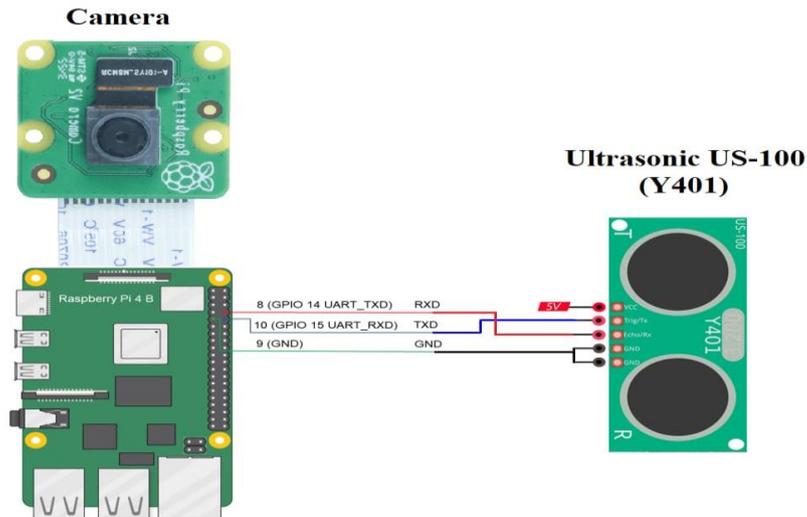
4.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan Perangkat keras merupakan Implementasi sistem yang mana proses ini mempersiapkan perangkat keras yang diperlukan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Perangkat keras yang digunakan mencakup Raspberry Pi 4B, kamera Raspberry Pi, sensor ultrasonik Y401, serta komponen pendukung seperti adaptor daya dan kabel penghubung. Semua komponen akan dirakit dan dihubungkan sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan, berikut adalah rancangan perangkat keras.



Gambar 4.1 Rancangan perangkat keras

Pada gambar 4.1 di atas menunjukkan perancangan sistem menggunakan Raspberry Pi 4B sebagai unit pengolah utama. Rancangan gambar tersebut menunjukkan koneksi antara kamera Raspberry Pi dan sensor ultrasonik Y401 dengan Raspberry Pi, Kamera dipasang dan dihubungkan ke port kamera pada Raspberry Pi yang akan digunakan untuk mengambil gambar secara real time. Berikut ini adalah kode yang digunakan untuk berkomunikasi dengan sensor ultrasonik melalui port UART pada Raspberry Pi 4B untuk mengukur jarak dan suhu.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
import serial
import time

# Konfigurasi pin UART
uart_port = "/dev/ttyS0" # UART port pada Raspberry Pi 4B
baud_rate = 9600
# Inisialisasi objek serial
ser = serial.Serial(uart_port, baud_rate, timeout=1)

def read_distance_and_temperature():
    # Kirim perintah untuk mengukur jarak
    ser.write(b'\x55') # Perintah untuk mengukur jarak
    time.sleep(0.5) # Tunggu 0.5 detik
    mm_dist = None #variabel jarak satuan mm
    temp = None #variabel temp satuan C
    # Baca data yang dikirimkan oleh sensor
    response = ser.read(2) # Baca 2 byte
    if len(response) == 2:
        msb_dist, lsb_dist = response #respon dari ser address 55 hex
        mm_dist = msb_dist * 256 + lsb_dist # Konversi ke milimeter
        if 1 < mm_dist < 10000: # Periksa apakah jarak berada dalam rentang yang valid
            print("Jarak:", mm_dist, "mm")

    # Kirim perintah untuk mengukur suhu
    ser.write(b'\x50') # Perintah untuk mengukur suhu
    time.sleep(0.5) # Tunggu 0.5 detik

    # Baca data yang dikirimkan oleh sensor
    response = ser.read(1) # Baca 1 byte
    if len(response) == 1:
        temp = response[0]
        if 1 < temp < 130: # Periksa apakah suhu berada dalam rentang yang valid
            temp -= 45 # Koreksi offset suhu
            print("Suhu:", temp, "c")
    return temp, mm_dist
```

Gambar 4. 2 Kode perintah sensor ultrasonik

Kode ini berfungsi untuk mengukur jarak dan suhu menggunakan sensor ultrasonik yang terhubung ke Raspberry Pi melalui port UART. Perintah dikirim ke sensor untuk melakukan pengukuran, data yang diterima kemudian akan diolah untuk menghasilkan nilai yang dapat ditampilkan.

```
def cek_proses_kamera():
    # Jalankan perintah lsdf untuk mendapatkan informasi proses yang menggunakan perangkat kamera
    result = subprocess.run(['sudo', 'lsdf', '/dev/video0'], stdout=subprocess.PIPE) #akses dev kamera dan cek semua proses kamera (video0) dan pid

    # Periksa hasil keluaran perintah lsdf
    if result.returncode == 0:
        output = result.stdout.decode('utf-8')
        lines = output.split('\n') #cek semua string disetiap baris yang ditampilkan oleh lsdf
        for line in lines:
            if 'COMMAND' not in line: # Lewati baris header
                fields = line.split()
                if len(fields) >= 2:
                    # Ambil nama proses dari kolom COMMAND
                    nama_proses = fields[0]
                    pid = fields[1]
                    if '/dev/video0' in line: #jika ada tulisan /dev/video0 di line artinya ada program yang sedang menjalankan kamera
                        return nama_proses, pid #return nama program yang menjalankan kamera, dan kode pidnya
            # Jika tidak ada proses yang menggunakan kamera
            print("Tidak ada proses yang menggunakan kamera.")
        return None, None

def hentikan_proses(nama_proses, pid):
    if pid: #jika pid tidak none (ada kode running (berjalan di program lain)
        # Hentikan proses menggunakan perintah kill -9
        subprocess.run(['sudo', 'kill', '-9', pid])
        print(f"Proses dengan nama {nama_proses} dan PID {pid} telah dihentikan.")
    else:
        print("Tidak ada proses yang menggunakan kamera, tidak perlu dihentikan.")

def kill_all_process_camera(): #fungsi main
    nama_proses, pid = cek_proses_kamera() #panggil fungsi rekursif, dan ambil nilai keluaranya
    hentikan_proses(nama_proses, pid) #panggil fungsi untuk mengentikan proses program kamera
```

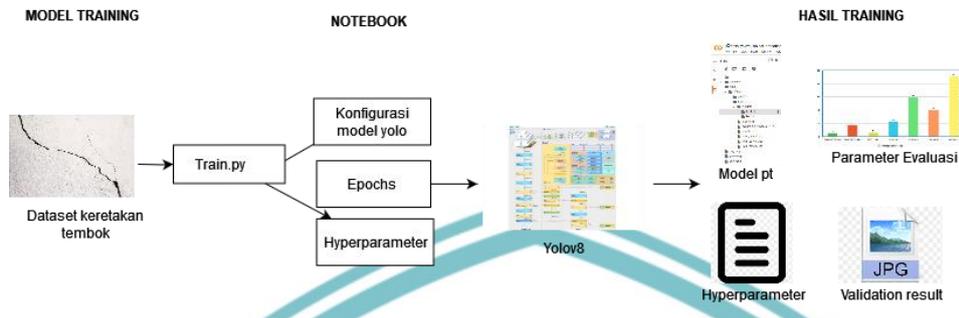
Gambar 4. 3 Kode perintah kamera

program ini berfungsi untuk menghentikan semua proses kamera yang sedang berjalan, ketika kamera berjalan di program lain, maka program openCV dan YOLO akan error, import subprocess #library untuk menjalankan program dalam program, seperti mengakses terminal.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Perancangan Pelatihan Model YOLOv8



Gambar 4. 4 Rancangan Pelatihan Model Yolo

Pada gambar 4.2 di atas menunjukkan secara ringkas proses pembangunan model YOLOv8 untuk mendeteksi kerusakan struktur bangunan mencakup beberapa tahapan yang terstruktur, dimulai dengan pengumpulan data gambar, data gambar ini kemudian dimasukkan ke dalam skrip pelatihan (Train.py) untuk melatih model YOLO. Pada tahap ini konfigurasi model diatur, termasuk parameter seperti jumlah epoch dan hyperparameter lainnya. Model yang telah terlatih kemudian digunakan untuk mendeteksi kerusakan pada gambar baru. Hasil deteksi kemudian disimpan dalam bentuk gambar yang mendokumentasikan jenis kerusakan. Proses ini memastikan model YOLO yang dikembangkan memiliki kinerja optimal dan efektif untuk mendeteksi kerusakan struktur bangunan.

4.3 Implementasi

Pada tahapan implementasi akan menjelaskan langkah langkah yang dilakukan untuk mengimplementasikan sistem deteksi visual menggunakan YOLOv8. Implementasi ini mencakup beberapa tahapan.



4.3.1 Akuisisi Gambar

Akuisisi gambar merupakan proses pengumpulan gambar digital dari berbagai sumber, seperti kamera langsung atau pengambilan pada Roboflow. Pada akuisisi gambar melibatkan konversi informasi visual dari dunia nyata ke dalam format digital yang nantinya dapat diolah oleh komputer. Pengumpulan gambar akan dibagi menjadi tiga kelas.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 4 Kelompok Jenis Data

Kelas Objek	Jumlah Gambar
Keretakan Ringan (Hairline)	116
Keretakan Sedang (Structurall)	448
Keretakan Berat (Spalling)	233

Pada tabel 4.4 tersebut terdapat kelompok data yang menggambarkan jumlah dataset setiap kelas yang didapatkan dari berbagai sumber seperti Kaggle dan data primer yang diambil secara langsung pada objek.

4.3.2 Pre Processing

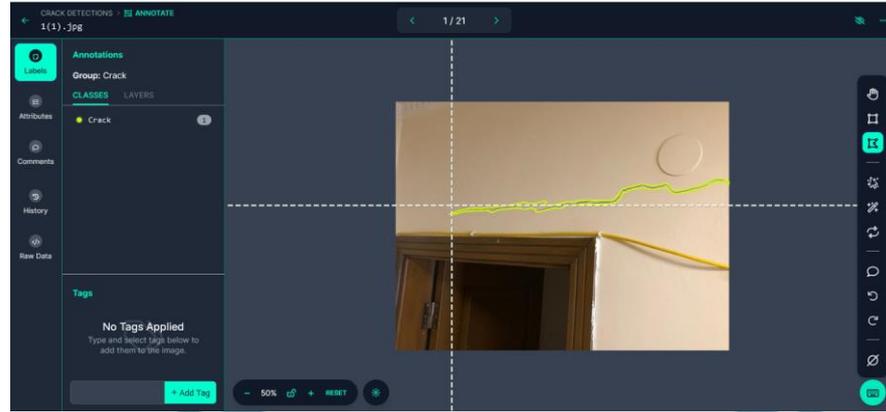
Sebelum digunakan dalam pelatihan model, data harus melalui tahap preprocessing untuk memastikan kualitas dan konsistensi. Langkah langkah preprocessing yang dilalui meliputi beberapa tahapan, diantaranya:

1. Labelling: Proses pemberian anotasi pada gambar dengan menandai area yang terdapat keretakan pada gambar, proses anotasi atau labelling dilakukan secara manual untuk memastikan bahwa setiap retakan teridentifikasi
2. Resizing: Semua data gambar akan diubah ke dalam resolusi 416x416 piksel untuk memastikan kesamaan.
3. Augmentasi: Teknik augmentasi berupa rotasi, flip, dan perubahan kontras digunakan untuk memperkaya jenis dalam dataset, dan model dapat belajar dari berbagai kondisi.

Pada gambar berikut ini menunjukkan proses anotasi secara manual pada objek menggunakan roboflow.

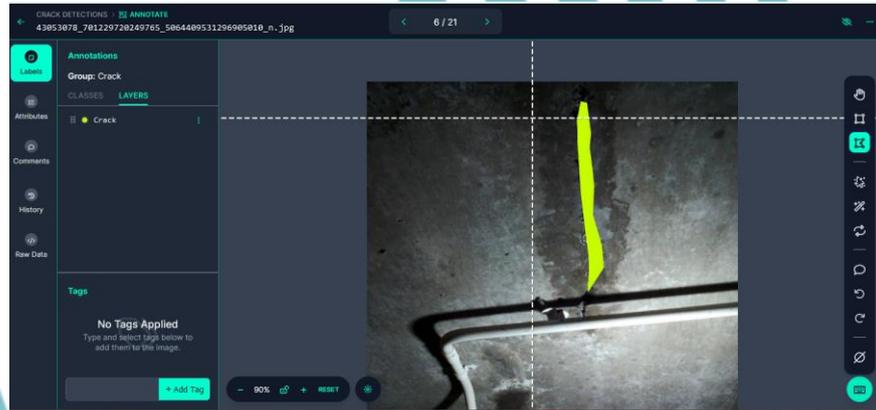
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.5 Proses Labeling Dataset

Pada gambar 4.5 menunjukkan serangkaian dari proses labelling dataset menggunakan metode segmentasi secara manual



Gambar 4.6 Proses Labeling Dataset

Pada gambar 4.6 menunjukkan serangkaian dari proses labelling dataset menggunakan metode segmentasi secara manual tetapi dilihat dalam versi layer



Gambar 4.7 Hasil Labeling

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Setelah proses anotasi dilakukan, pembagian data gambar dilakukan untuk memisahkan dataset menjadi tiga bagian yaitu training set, validation set, dan test set.

Tabel 4. 5 Pembagian Data Gambar

Dataset	Jumlah persentase data	Keterangan
Training	70%	Mengajari algoritma untuk memahami pola dalam data
Validasi	20%	Menilai kinerja algoritma YOLO selama proses pelatihan
Test	10%	Menilai kinerja akhir setelah proses pelatihan selesai

4.3.3 Image Processing

Tahapan image processing merupakan pembangunan model YOLO atau training yang dilakukan pada platform google colab dapat dilihat pada gambar 4.8, pastikan dataset yang telah di anotasi sudah siap digunakan untuk dilatih. Kemudian inisialisasi model YOLO yang dapat di akses melalui library deep learning yang didukung oleh google, dan melakukan training dengan perintah sebagai berikut adalah gambar perintah untuk menjalankan proses training pada google colab.

```

from ultralytics import YOLO

model = YOLO("yolov8n-seg.pt")

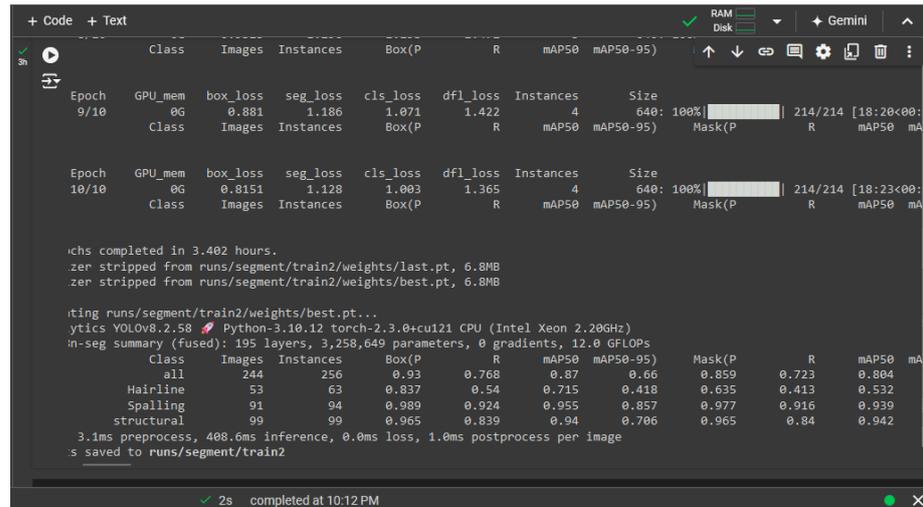
results = model.train(
    batch=4,
    device="cpu",
    data="/content/gdrive/My Drive/yolo_crack_clasfication/Concrete Crack Ve
    epochs=4,
    imgsz=640,
)

```

Gambar 4. 8 Kode perintah untuk training

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta.



Gambar 4. 9 Hasil Proses Training

Gambar diatas menunjukkan tampilan Ketika proses training telah selesai

4.3.4 Segmentasi

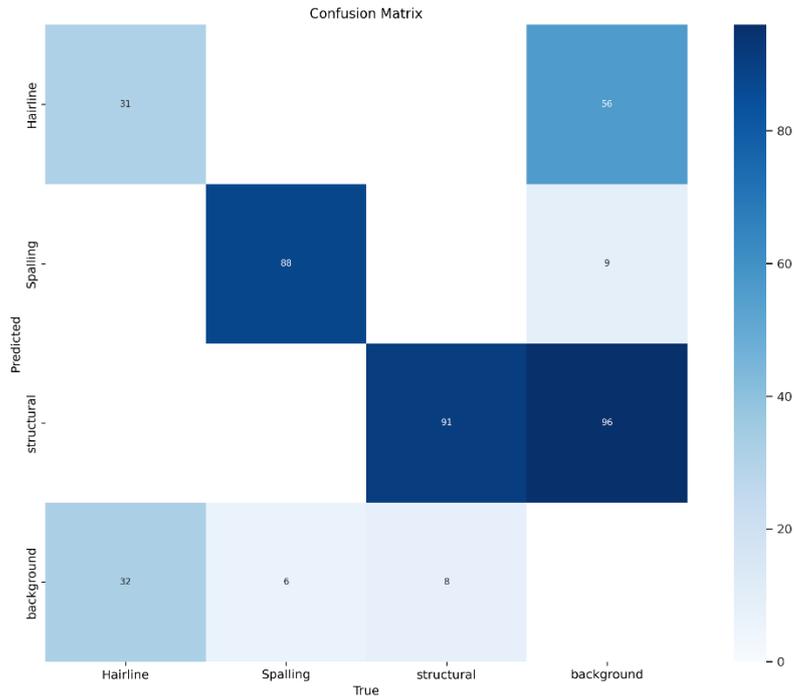
Tahapan yang dilakukan adalah melatih model segmentasi instans YOLOv8. Setelah memiliki kumpulan data yang telah disesuaikan, langkah selanjutnya adalah melatih model segmentasi instans YOLOv8 dengan menggunakan kode pada gambar berikut ini:

```
[18] from IPython.display import Image
      Image(filename=f'/content/runs/segment/train/confusion_matrix.png', width=600)
```

Setelah itu dapat dilihat hasil dari proses segmentasi tersebut termasuk matriks konfusi, prediksi, dan kumpulan validasi, berikut adalah gambar dari matriks hasil proses.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.10 Matrix Confusion

Pada gambar 4.7 di atas adalah sebuah matriks kebingungan (*confusion matrix*) yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model deteksi keretakan pada bangunan. Matriks ini menunjukkan jumlah prediksi yang benar dan salah yang dibuat oleh model untuk setiap kategori keretakan (Hairline, Spalling, Structural) dan latar belakang (background). Sumbu horizontal (*True*) menunjukkan kategori asli dari data yang diuji, sedangkan sumbu vertikal (*Predicted*) menunjukkan kategori yang diprediksi oleh model. Kotak-kotak diagonal dari kiri atas ke kanan bawah menunjukkan prediksi yang benar (misalnya, model memprediksi "Hairline" dan sebenarnya juga "Hairline"), sementara kotak di luar diagonal menunjukkan prediksi yang salah (misalnya, model memprediksi "Hairline" tetapi sebenarnya "Spalling"). Warna yang lebih gelap menunjukkan jumlah yang lebih tinggi, dan dari matriks ini, pembaca bisa melihat seberapa baik model mengenali setiap kategori dan di mana model sering salah dalam prediksi. Untuk menjelaskan Matrix lebih detail sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. Sumbu Horizontal (True): menunjukkan kategori asli dari data keretakan yang diuji (Hairline, Spalling, Structural, dan Background)
2. Sumbu Vertikal (Predicted): menunjukkan kategori yang diprediksi oleh model.
3. Kotak Diagonal (kiri atas ke kanan bawah): menunjukkan prediksi yang benar (model memprediksi dengan benar sesuai dengan kenyataan).
4. Kotak di Luar Diagonal: menunjukkan prediksi yang salah (model memprediksi kategori yang salah).

Hasil Analisis:

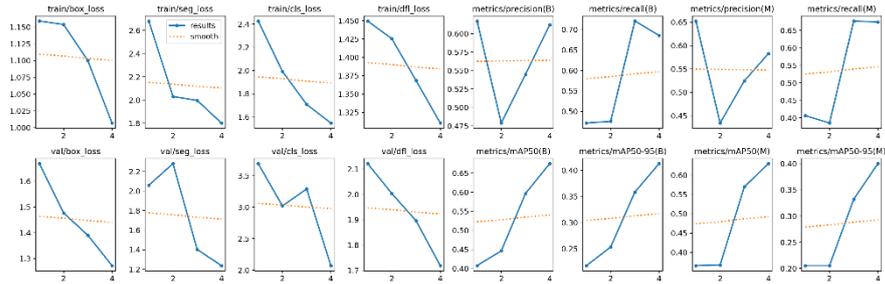
1. Hairline: Model benar dalam mendeteksi hairline sebanyak 31 kali, namun model salah memprediksi hairline sebagai background sebanyak 6 kali.
2. Spalling: Model benar dalam memprediksi Spalling sebanyak 88 kali, namun model juga melakukan beberapa kesalahan kecil dengan memprediksi Spalling sebagai Background sebanyak 4 kali dengan Structural sebanyak 3 kali.
3. Structural: Model benar dalam memprediksi Structural sebanyak 91 kali, namun model sering salah memprediksi Structural sebagai Background sebanyak 9 kali.

Kesimpulan: Keberhasilan model cukup baik dalam mendeteksi keretakan Spalling dengan sedikit kesalahan. Namun kesalahan sering kali salah memprediksi keretakan Structural sebagai Background. Hal ini menunjukkan bahwa model perlu ditingkatkan untuk lebih sensitif dalam mendeteksi keretakan Structural.

Saran Peningkatan: Data pelatihan harus lebih banyak dan model bisa lebih baik jika dilatih dengan lebih banyak dataset yang seimbang untuk setiap kategori keretakan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 11Grafik segmentasi

Pada gambar 4.8 menunjukkan performa model deteksi keretakan bangunan selama proses pelatihan dan validasi. Setiap subplot menunjukkan metrik yang berbeda seperti loss dan akurasi pada berbagai tahapan epoch. Berikut adalah analisis dari masing – masing grafik:

1. Train/val loss:

Training loss: Menunjukkan seberapa baik model menyesuaikan diri dengan data pelatihan. Nilai yang lebih rendah menunjukkan kinerja yang lebih baik.

Validation loss:Menunjukkan seberapa baik model menyesuaikan diri dengan data validasi yang tidak digunakan dalam pelatihan.
2. Metrik Akurasi dan Presisi:

Box loss: Mengukur seberapa baik model dapat mendeteksi Lokasi keretakan pada gambar. Nilai yang lebih rendah lebih baik.

Cls loss: Mengukur seberapa baik model dapat mengklasifikasikan jenis keretakan. Nilai yang lebih rendah lebih baik.

Dfl loss: Menunjukkan loss pada distribusi prediksi keretakan, nilai yang lebih rendah lebih baik.
3. Accuracy, Precission, Recall:

Metrik ini menunjukkan kinerja model dalam mendeteksi keretakan dengan benar (accuracy), ketepatan prediksi (recall). Nilai yang lebih tinggi lebih baik.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Analisis:

1. Train loss dan val loss: Cenderung menurun seiring bertambahnya epoch, menunjukkan bahwa model semakin baik dalam menyesuaikan diri dengan data pelatihan dan validasi.
2. Box loss, Cls loss, Dfl loss: Ketiga matrik ini menunjukkan tren penurunan yang berarti model semakin baik dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan keretakan.
3. Accuracy, Precision, Recall: Semua matrik ini menunjukkan tren peningkatan, yang berarti bahwa model semakin baik dalam mendeteksi keretakan dengan akurasi dan presisi yang tinggi.

4.3.5 Evaluasi Performa

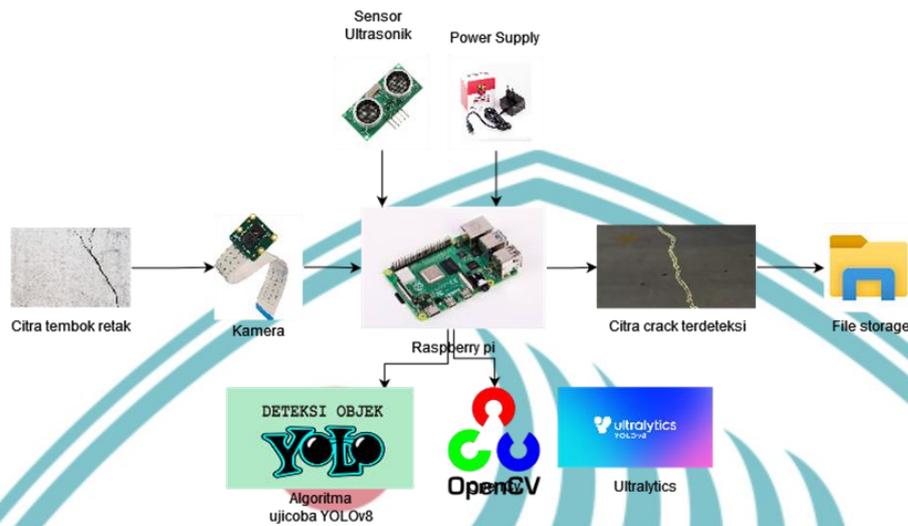
Setelah melalui tahap pelatihan akan dilakukan proses evaluasi untuk melihat model dari algoritma YOLO sebelum melakukan implementasi ke Raspberry Pi. Pemilihan model didasarkan pada pengukuran parameter evaluasi secara komprehensif pada akhir pelatihan.

1. Pelatihan model YOLOv8 yang berhasil dilakukan menggunakan Batch Size 4, Image Size 640, dan Epoch 10 dapat dilihat memiliki nilai Precision 0.413, Recall 0.447, F1-Score 0,424 dan mAP 0.447.
2. Sedangkan Proses training yang menggunakan Batch Size 4, dan Epoch 20 memiliki nilai Precision 0.487, Recall 0.574, F1-Score 0,527 dan mAP 0.557.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.3.6 Implementasi Sistem Pada Raspberry Pi



Gambar 4.12 Sistem Pada Raspberry Pi

Pada gambar 4.9 dapat dilihat alur implementasi sistem deteksi kerusakan struktur bangunan menggunakan Raspberry pi dan model YOLOv8. Gambar retakan pada struktur bangunan pertama kali diambil oleh modul kamera Raspberry pi, yang terhubung melalui port. Raspberry pi 4B sebagai unit pemrosesan utama mengelola input dari kamera dan sensor ultrasonik, serta menjalankan algoritma deteksi objek YOLOv8. Untuk memastikan Raspberry pi berproses stabil, menggunakan adaptor daya yang sesuai. Data gambar yang diambil oleh kamera diproses menggunakan library OpenCV sebelum diteruskan ke model YOLOv8 yang telah dilatih untuk mendeteksi kerusakan struktur bangunan. Model YOLO yang dikelola oleh Ultralytics melakukan analisis dan mendeteksi jarak dan suhu pada gambar yang diproses. Hasil deteksi kemudian dapat disimpan dalam direktori khusus atau sebuah folder yang terdapat pada Raspberry pi yang akan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

4.4 Pengujian

4.4.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model YOLOv8 yang telah dilatih dalam mendeteksi keretakan struktur bangunan. Pengujian ini dilakukan pada berbagai kondisi dinding yang retak.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian meliputi langkah langkah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan perangkat keras, pastikan alat sudah terkoneksi dengan listrik melalui stopkontak atau powerbank dan menekan tombol on pada kabel adaptor.
2. Mempersiapkan perangkat lunak, dan koneksi VNC, karena raspberry Pi telah dikonfigurasi ke VNC.
3. Mengakses Raspberry Pi melalui VNC, dengan cara mengaktifkan dan memberikan akses ke komputer menggunakan internet yang telah disiapkan. Pada komputer buka VNC Viwer kemudian masukkan alamat IP Raspberry kemudian otomatis akan terhubung.
4. Menjalankan perintah pengujian pada terminal di dalam VNC, setelah terminal dibuka pastikan direktori sudah berada pada folder penyimpanan yang bernama “Crack detection” jika belum maka dapat menjalanklan perintah “cd crack_detection “, jika sudah berada pada direktorinya maka sudah siap untuk menjalankan program dengan menggunakan perintah “python3 run.py” dan otomatis kamera akan aktif.
5. Kemudian setelah kamera aktif, arahkan kamera pada tembok atau objek yang akan menjadi target deteksi atau terdapat keretakan.
6. Kemudian ada beberapa perintah untuk menjalankan program, yaitu menekan huruf C pada *keyboard* maka sistem akan mulai mendeteksi dan membaca hasil.
7. Jika ingin keluar dari mode pembacaan maka dapat menekan huruf B pada *keyboard*.
8. Jika ingin keluar dari mode kamera maka dapat menekan huruf Q pada *keyboard*,
9. Dan jika ingin menyimpan gambar hasil deteksi dapat menekan huruf S maka gambar hasil deteksi otomatis akan tersimpan di dalam folder yang bernama runs.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

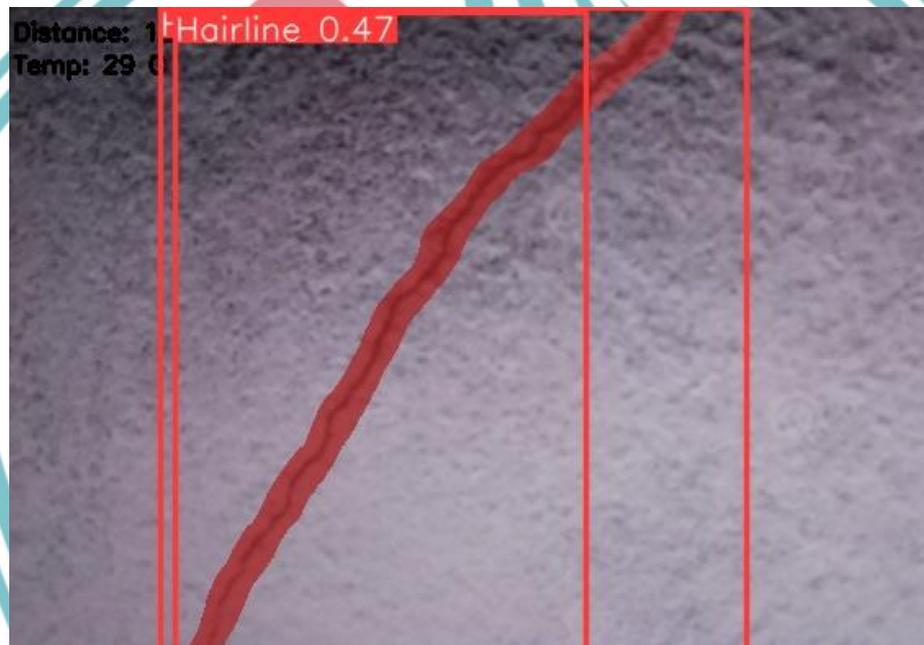
4.4.3 Data Hasil Pengujian

9.4.3.1. Uji Coba Perbandingan

Pengujian dilakukan pada beberapa objek keretakan dinding yang belum pernah diuji dan diluar dari dataset (train, valid, test).

Pengujian dilakukan dua kali yaitu dengan angka Epoch yang berbeda sebagai perbandingan.

1. Percobaan pertama dilakukan menggunakan Epoch 10 dan Batch Size 4, berikut adalah salah satu gambar hasil pengujian yang telah dilakukan.



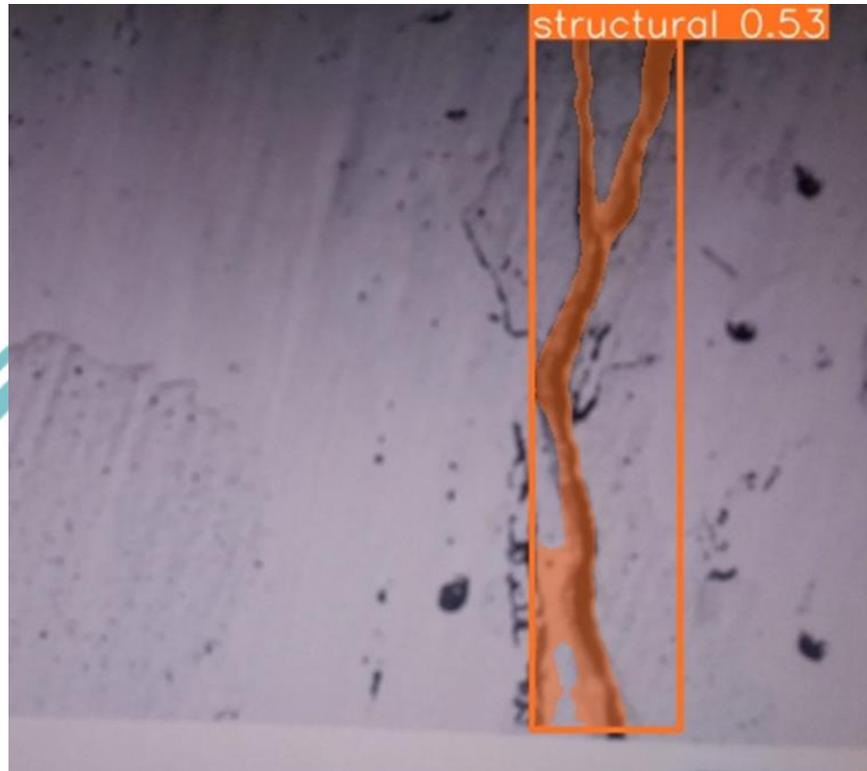
Gambar 4. 13 Hasil pengujian pertama

Gambar 12 menunjukkan bahwa objek yang terdeteksi diberi label “Hairline” dengan skor kepercayaan 0,47 yang menunjukkan probabilitas sedang, bahwa objek yang terdeteksi adalah retakan halus. Terdapat *bounding box* berwarna merah yang mengelilingi area terdeteksi dan menunjukkan lokasi spesifik pada gambar di mana model YOLOv8 mendeteksi adanya retakan halus. Dengan skor kepercayaan 0,47 menunjukkan bahwa model dapat mendeteksi kerusakan dengan akurasi yang cukup baik, tetapi mungkin masih memerlukan pelatihan lebih lanjut untuk meningkatkan keakurasiannya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. Percobaan kedua dilakukan menggunakan Epoch 20 dan Batch Size 4, berikut adalah salah satu gambar hasil pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 4. 14 Hasil pengujian kedua

Gambar 12 menunjukkan bahwa objek yang terdeteksi diberi label “Structural” yang berarti kerusakan sedang, dengan skor kepercayaan 0,53 yang menunjukkan probabilitas sedang – tinggi bahwa objek yang terdeteksi adalah kerusakan sedang. Terdapat bounding box berwarna oranye yang mengelilingi area terdeteksi oleh YOLOv8. Dengan skor kepercayaan 0,53 model menunjukkan keyakinan yang lebih tinggi.

4.4.4 Analisis Data Pengujian

4.4.4.1 Analisis Hasil Perbandingan Pengujian

Perbandingan pengujian dilakukan dua kali menggunakan epoch yang berbeda, setiap epoch dilakukan pengujian sebanyak 12 kali dengan hasil pada tabel 4.6 di bawah ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.6 Hasil Pengujian pertama

Pengujian ke	Jenis Keretakan	Jarak	Hasil deteksi
1	Hairline (kerusakan ringan)	2120 mm	0,43
2	Hairline (kerusakan ringan)	2220 mm	0,43
3	Hairline (kerusakan ringan)	1120 mm	0,47
4	Hairline (kerusakan ringan)	1120 mm	0,47
5	Structural (kerusakan sedang)	2340 mm	0,40
6	Structural (kerusakan sedang)	2120 mm	0,40
7	Structural (kerusakan sedang)	1120 mm	0,43
8	Structural (kerusakan sedang)	1120 mm	0,43
9	Spalling (kerusakan berat)	2320 mm	0,41
10	Spalling (kerusakan berat)	2320 mm	0,41
11	Spalling (kerusakan berat)	1120 mm	0,47
12	Spalling (kerusakan berat)	1120 mm	0,47

Kesimpulan dari hasil pengujian pertama deteksi keretakan menggunakan YOLOv8 menggunakan epoch 10 menunjukkan bahwa performa deteksi meningkat secara konsisten Ketika jarak antara kamera dan keretakan lebih dekat. Pada jarak yang sudah dikonfigurasi ke dalam satuan meter, yaitu 1 meter, model mampu mendeteksi keretakan dengan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan pada jarak 2 meter, baik untuk keretakan ringan, sedang, maupun berat. Hasil deteksi terbaik dicapai pada keretakan ringan (hairline) dengan akurasi tertinggi sebesar 0,47 pada jarak satu meter.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.7 Hasil Pengujian kedua

Pengujian ke	Jenis Keretakan	Jarak	Hasil deteksi
1	Hairline (kerusakan ringan)	2320 mm	0,50
2	Hairline (kerusakan ringan)	2320 mm	0,50
3	Hairline (kerusakan ringan)	1120 mm	0,54
4	Hairline (kerusakan ringan)	1120 mm	0,54
5	Structural (kerusakan sedang)	2320 mm	0,50
6	Structural (kerusakan sedang)	2320 mm	0,50
7	Structural (kerusakan sedang)	1120 mm	0,53
8	Structural (kerusakan sedang)	1120 mm	0,53
9	Spalling (kerusakan berat)	2320 mm	0,53
10	Spalling (kerusakan berat)	2320 mm	0,53
11	Spalling (kerusakan berat)	1120 mm	0,56
12	Spalling (kerusakan berat)	1120 mm	0,56

Dari hasil uji coba yang disajikan pada table 4.7 kedua yang dilatih selama 20 epoch menunjukkan performa deteksi keretakan pada jarak yang berbeda dan hasilnya tetap konsisten ketika menambah jumlah epoch akan menaikkan keakurasiannya ketika jarak semakin dekat.

Kesimpulan dari hasil kedua pengujian di atas menunjukkan peningkatan akurasi. Pada semua jenis kerusakan dan jarak, nilai deteksi menjadi lebih tinggi setelah pelatihan model lebih lama.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa sistem deteksi visual kerusakan struktur bangunan yang dikembangkan menggunakan metode YOLOv8 mampu mencapai tingkat akurasi sebagai berikut: 50% untuk hairline cracks pada jarak 2 meter, 54% untuk hairline cracks pada jarak 1 meter, 50% untuk structural cracks pada jarak 2 meter, 53% untuk structural cracks pada jarak 1 meter, 53% untuk spalling pada jarak 2 meter, dan 56% untuk spalling pada jarak 1 meter. Secara keseluruhan, sistem ini mencapai akurasi rata-rata sebesar 52.67%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat secara efektif mendeteksi dan mengidentifikasi kerusakan pada tembok. Analisis lebih lanjut mengindikasikan bahwa penambahan jumlah epoch pelatihan dapat meningkatkan akurasi deteksi secara signifikan. Dengan demikian, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pengawasan dan pemeliharaan bangunan guna mencegah kerusakan yang lebih parah. Peningkatan epoch dapat berkontribusi pada peningkatan performa model dalam mendeteksi kerusakan struktural. Ini menunjukkan bahwa pelatihan model dengan banyak iterasi dapat membantu dalam meningkatkan keandalan dan akurasi deteksi kerusakan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, disarankan untuk meningkatkan variasi dan jumlah dataset yang dapat mengoptimalkan kinerja model YOLOv8. Menambah jumlah epoch dan menyesuaikan ukuran batch size juga dapat dipertimbangkan untuk pelatihan yang lebih efektif. Penerapan teknik augmentasi data akan membantu meningkatkan kemampuan generalisasi model. Selain itu uji model secara real time pada Raspberry Pi untuk memastikan kinerja yang akurat dalam kondisi nyata, dan pertimbangan integrasi dengan sensor tambahan untuk konteks lebih lanjut. Dengan langkah-langkah ini diharapkan deteksi kerusakan bangunan dapat menjadi lebih andal dan efektif.



DAFTAR PUSTAKA

- BUKU PANDUAN-Tata Cara Identifikasi dan Verifikasi Kerusakan-Cara Mengisi Form Kerusakan untuk Sekolah dan Madrasah.* (n.d.).
- Cha, Y. J., Choi, W., & Büyüköztürk, O. (2017). Deep Learning-Based Crack Damage Detection Using Convolutional Neural Networks. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 32(5), 361–378. <https://doi.org/10.1111/mice.12263>
- Diwan, T., Anirudh, G., & Tembhurne, J. V. (2023). Object detection using YOLO: challenges, architectural successors, datasets and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 82(6), 9243–9275. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13644-y>
- Humani, F., Adi, K., & Widodo, C. E. (2016). Aplikasi Pengolahan Citra Pada Raspberry Pi Untuk Membedakan Benda Berdasarkan Warna Dan Bentuk. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 157–162.
- Ibrahim, M., & Latifa, U. (2023). PENERAPAN ALGORITMA YOLOV8 DALAM DETEKSI WAKTU PANEN TANAMAN PAKCOY BERBASIS WEBSITE. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Issue 4). *Investigasi Bangunan 4TKG1.* (n.d.).
- Li, S., Li, Y., Li, Y., Li, M., & Xu, X. (2021). YOLO-FIRI: Improved YOLOv5 for Infrared Image Object Detection. *IEEE Access*, 9, 141861–141875. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3120870>
- Liu, W., Ren, G., Yu, R., Guo, S., Zhu, J., & Zhang, L. (2022). *Image-Adaptive YOLO for Object Detection in Adverse Weather Conditions.* www.aaai.org
- Poyen, F. Bin. (2019). Raspberry Pi and its Use in IoT Applications. *American Journal*, 2(January), 12–35. www.springer.org
- Sari, M. I., Abdullah, A., & Afifuddin, M. (2018). Perilaku Lateral Siklik Portal Beton Bertulang Berisi Dinding Bata Merah. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4), 845–856. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i4.10044>
- Sun, Z., Zhu, L., Qin, S., Yu, Y., Ju, R., & Li, Q. (2024). Road Surface Defect Detection Algorithm Based on YOLOv8. *Electronics*, 13(12), 2413. <https://doi.org/10.3390/electronics13122413>
- Tu, J., Sui, H., Feng, W., & Song, Z. (2016). Automatic Building Damage Detection Method Using High-Resolution Remote Sensing Images and 3D Gis Model. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, III–8(July), 43–50. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-iii-8-43-2016>
- Wang, Y., Feng, W., Jiang, K., Li, Q., Lv, R., & Tu, J. (2023). Real-Time Damaged Building Region Detection Based on Improved YOLOv5s and Embedded

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

System From UAV Images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 16, 4205–4217. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2023.3268312>

Wang, Z., & Cha, Y. (2022). Unsupervised machine and deep learning methods for structural damage detection: A comparative study. *Engineering Reports, February*, 1–23. <https://doi.org/10.1002/eng2.12551>

Wu, Y., Han, Q., Jin, Q., Li, J., & Zhang, Y. (2023). LCA-YOLOv8-Seg: An Improved Lightweight YOLOv8-Seg for Real-Time Pixel-Level Crack Detection of Dams and Bridges. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/app131910583>

Xu, J. Z., Lu, W., Li, Z., Khaitan, P., & Zaytseva, V. (2019). *Building Damage Detection in Satellite Imagery Using Convolutional Neural Networks. NeurIPS*. <http://arxiv.org/abs/1910.06444>

Xu, X., Li, Q., Li, S., Kang, F., Wan, G., Wu, T., & Wang, S. (2024). Crack Width Recognition of Tunnel Tube Sheet Based on YOLOv8 Algorithm and 3D Imaging. *Buildings*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/buildings14020531>

Yanto, Y., Aziz, F., & Irmawati, I. (2023). Yolo-V8 Peningkatan Algoritma Untuk Deteksi Pemakaian Masker Wajah. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(3), 1437–1444. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i3.7047>

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Laila Fitriana lahir pada 24 Desember 2020 di kota Pati Jawa Tengah, Penulis merupakan anak tunggal. Pada tahun 2014 penulis telah menyelesaikan Pendidikan SD di SDN Kajar 02 selama enam tahun, dan melanjutkan Pendidikan SMP selama tiga tahun dan lulus pada tahun 2017. Penulis melanjutkan Pendidikan SMA di Madrasah Darun Najah selama tiga tahun dan lulus pada tahun 2020, dan melanjutkan pendidikanya di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Prodi Teknik Multimedia dan Jaringan melalui jalur SNMPN.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta