



**IDENTIFIKASI POSTUR TUBUH DALAM PEMASANGAN BATA DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *YOLO* PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
MUHAMMADIYAH BOARDING SCHOOL**

**Skripsi**

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil

**Oleh**

**Muhammad Nurseto**

**NIM. 5111419087**

**TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2023**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Muhammad Nurseto  
NIM : 5111419087  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Identifikasi Postur Tubuh Pekerja Dalam Pemasangan Bata Dengan Menggunakan Metode *YOLO* Pada Proyek Pembangunan Muhammadiyah Boarding School

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 12 juli 2023

Dosen Pembimbing,



M. Faizal Ardhiyansyah A., S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197809292014041001

## PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi judul “Identifikasi Postur Tubuh Pekerja Dalam Pemasangan Bata Dengan Menggunakan Metode *YOLO* Pada Proyek Pembangunan Muhammadiyah Boarding School” yang disusun oleh

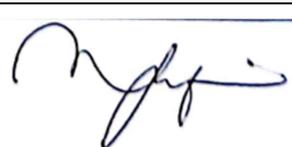
Nama : Muhammad Nurseto

NIM : 5111419087

Program Studi : Teknik Sipil

telah dipertahankan dalam Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada hari Rabu, tanggal 12 Juli 2023.

Tim Penguji

<b>Ketua Penguji</b> Nama : Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. NIP. 196601051990021002	 
<b>Sekretaris</b> Nama : M. Faizal Ardhiansyah A., S.T., M.T., Ph.D. NIP. 197809292014041001	
<b>Penguji 1</b> Nama : <u>Prof. Dr. Yeri Sutopo, M. Pd., M.T.</u> NIP. 1963070301987021001	
<b>Penguji 2</b> Nama : <u>Agung Budiwirawan, S.T., M.T., Ph.D.</u> NIP. 197612252005011002	
<b>Penguji 3/Pembimbing</b> Nama : M. Faizal Ardhiansyah A., S.T., M.T., Ph.D. NIP. 197809292014041001	

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi berjudul “Identifikasi Postur Tubuh Pekerja Dalam Pemasangan Bata Dengan Menggunakan Metode *YOLO* Pada Proyek Pembangunan Muhammadiyah Boarding School” merupakan karya ilmiah asli dan bukan hasil plagiasi dari karya ilmiah orang lain, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 12 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Nurseto  
NIM. 5111419087

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

“Success is not the key to happiness. Happiness is the key to success. If you love what you are doing, you will be successful.”

**(Albert Schweitzer)**

“Rumitnya skripsi tidak sepadan dengan perjuangan orang tua dalam membiayaimu. Berhenti mengeluh dan lanjutkan perjuangan.”

**(Muhammad Nurseto)**

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak, Ibu, dan Keluarga.
2. Teman – teman saya yang selalu mendukung saya.
3. Dosen Pembimbing saya.
4. Dosen Jurusan Teknik Sipil UNNES.
5. Universitas Negeri Semarang.

## ABSTRAK

**Nurseto, Muhammad. 2023.** *“Identifikasi Postur Tubuh Pekerja Dalam Pemasangan Bata Dengan Menggunakan Metode YOLO Pada Proyek Pembangunan Muhammadiyah Boarding School”*. Pembimbing M. Faizal Ardhiansyah A., S.T., M.T., Ph.D. Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Monitoring pekerjaan merupakan suatu kegiatan penting dalam bidang konstruksi. Dimana dalam hal ini pemanfaatan kamera sebagai alat perekaman untuk mengamati gerak tubuh pekerja menjadi relevan. Penelitian ini menggunakan kecerdasan buatan (AI) dan algoritma *YOLO* untuk mendeteksi gerak tubuh pekerja dalam melakukan pemasangan bata dan pendeteksian bata di Pondok Pesantren Ulul Albab Muhammadiyah Boarding School Jl. Cokronegoro No. 34B, Kecamatan Limpung, Kabupaten Batang, Jawa Tengah selama 10 hari. Dalam hasil analisis, metode *You Only Look Once (YOLO)* terbukti dapat mendeteksi gerak tubuh pekerja dalam memotong bata dan memasang bata dengan tingkat akurasi yang berbeda tergantung pada jarak dan posisi kamera. Eksperimen dilakukan dengan mengambil data dari posisi sudut di samping dan di belakang pekerja, dengan jarak pengambilan 3 m, 4 m, dan 5 m. Pada deteksi gerakan memotong bata dengan acuan posisi kamera, akurasi rata-rata tertinggi adalah 81% saat kamera berada di samping pekerja, sedangkan dengan memperhatikan acuan jarak, akurasi rata-rata tertinggi adalah 81,6%. Untuk pekerjaan memasang bata, akurasi tertinggi terjadi pada jarak 3 m dengan nilai 68,6%, dan ketika pekerja berada di belakang kamera memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan posisi samping yaitu 68%. Sedangkan, pendeteksian bata memiliki akurasi tertinggi pada posisi depan dengan nilai sebesar 78,4%, dan berdasarkan acuan jarak akurasi tertinggi adalah 77,2% pada jarak 4 m. Sehingga dapat disimpulkan pendeteksian gerakan memotong dan memasang bata memperhatikan jarak beserta posisi pengambilan kamera untuk menghasilkan tingkat akurasi yang baik. Sedangkan pada pendeteksian bata memperhatikan jarak dan posisi proposional untuk mencakup semua objek bata.

**Kata Kunci:** Pemantauan Konstruksi, *YOLO*, Analisis gerak tubuh

## ABSTRACT

**Nurseto, Muhammad. 2023.** *“Identification Of Body Posture In Brick Installation Using The YOLO Method In The Muhammadiyah Boarding School”*. Advisor M. Faizal Ardhiansyah A., S.T., M.T., Ph.D. Civil Engineering Study Program, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Semarang State University.

Monitoring work is an important activity in the field of construction. Where in this case the use of the camera as a recording tool to observe workers' body movements becomes relevant. This study uses artificial intelligence (AI) and the YOLO algorithm to detect workers' body movements in bricklaying and brick detection at Ulul Albab Muhammadiyah Boarding School Boarding School Jl. Cokronegoro No. 34B, Limpung District, Batang Regency, Central Java for 10 days. In the results of the analysis, the You Only Look Once (YOLO) method is proven to be able to detect workers' body movements in cutting bricks and laying bricks with different levels of accuracy depending on the distance and camera position. Experiments were carried out by taking data from the corner position beside and behind the worker, with a distance of 3 m, 4 m and 5 m. In detecting the movement of cutting bricks with reference to camera position, the highest average accuracy is 81% when the camera is next to the worker, while taking into account the distance reference, the highest average accuracy is 81.6%. For bricklaying work, the highest accuracy occurs at a distance of 3 m with a value of 68.6%, and when the worker is behind the camera it has a higher accuracy rate than the side position, which is 68%. Meanwhile, brick detection has the highest accuracy at the front position with a value of 78.4%, and based on distance reference the highest accuracy is 77.2% at a distance of 4 m. So that it can be concluded that the detection of the movement of cutting and installing bricks takes into account the distance and the position of the camera to produce a good level of accuracy. Meanwhile, brick detection pays attention to the distance and proportional position to cover all brick objects.

**Keywords:** Construction Monitoring, *YOLO*, Gesture analysis

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ Identifikasi Postur Tubuh Pekerja Dalam Pemasangan Bata Dengan Menggunakan Metode *YOLO* Pada Proyek Pembangunan Muhammadiyah Boarding School”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan syafaat-Nya di yaumul akhir nanti, Aamiin.

Penyelesaian karya tulis ini ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih serta penghargaan kepada :

1. Prof. Dr. S Martono, M.Si. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Aris Widodo, S.Pd., M.T. Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Rini Kusumawardani, S.T., M.T., M.Sc. Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
5. Prof. Dr. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T. Dosen penguji 1 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
6. Agung Budiwirawan, S.T., M.T., Ph.D. Dosen penguji 2 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
7. M. Faizal Ardhiansyah A., S.T., M.T., Ph.D. Dosen penguji 3 sekaligus dosen pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi

bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.

8. Semua Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
9. Berbagai pihak yang telah memberi izin untuk karya tulis ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini semakin sempurna dan lebih baik. Semoga skripsi yang penulis susun dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan akademisi.

Semarang, 12 Juli 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	i
PENGESAHAN PENGUJI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Pemasangan Bata Ringan.....	6
2.1.2 Manajemen Konstruksi .....	8
2.1.3 <i>Digital Image Processing</i> .....	20
2.1.4 <i>Artificial Icontelligence</i> .....	24
2.1.5 Gerak Tubuh Pekerja.....	27

2.2 Kajian Pustaka dan Penelitian Terdahulu.....	28
2.2.1 Monitoring Dengan Metode Konsep Nilai Hasil .....	28
2.2.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Pasangan Bata Ringan .....	28
2.2.3 Kinerja Manajemen Konstruksi.....	29
2.2.4 Pendeteksi Objek Dengan <i>Metode You Only Look Once (YOLO)</i> .....	29
2.2.5 Penelitian Terdahulu .....	30
BAB III METODE PENELITIAN .....	36
3.1 Gambaran Umum.....	36
3.2 Lokasi dan Waktu Pengambilan Data .....	36
3.3 Prosedur Penelitian.....	37
3.3.1 Survei Lokasi dan Perijinan.....	37
3.3.2 Instrumen Penelitian.....	38
3.3.3 Observasi dan Pengambilan Data Lapangan.....	40
3.4 Flowchart Penelitian.....	42
3.5 Metode Analisis .....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Analisis Coding Menggunakan Algoritma <i>YOLO</i> .....	55
4.2 Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memotong Bata .....	55
4.2.1 Tujuan Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memotong Bata... 55	
4.2.2 Prosedur Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memotong Bata 56	
4.2.3 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memotong Bata 56	
4.3 Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memasang Bata .....	58
4.3.1 Tujuan Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memasang Bata... 58	
4.3.2 Prosedur Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memasang Bata 58	

4.3.3 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memasang Bata.....	59
4.4 Hasil Pengujian Berdasarkan video Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Tubuh Dengan Metode <i>You Only Look Once</i> .....	60
4.4.1 Deteksi Tubuh Dalam Memotong Bata Dengan Acuan Posisi Tubuh	60
4.4.2 Deteksi Gerak Tubuh Dalam Memotong Bata Dengan Acuan jarak Kamera .....	65
4.4.3 Deteksi Gerak tubuh Dalam Memasang Bata Dengan Acuan Posisi Tubuh .....	69
4.4.4 Deteksi Gerak Tubuh Dalam Memasang Bata Dengan Acuan Jarak Kamera .....	74
4.4.5 Perbandingan nilai akurasi gerakan saat memotong dan memasang....	80
4.4.6 Perbandingan tingkat akurasi deteksi bata dengan deteksi posisi tubuh	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA .....	87
LAMPIRAN .....	90

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data posisi tubuh dalam memotong bata .....	61
Tabel 4. 2 Deteksi akurasi gerak dalam memotong bata dengan acuan posisi tubuh .....	62
Tabel 4. 3 Data jarak deteksi gerak tubuh dalam memotong bata terhadap kamera .....	65
Tabel 4. 4 Tabel akurasi pengenalan dalam memotong bata dengan acuan jarak.	66
Tabel 4. 5 Data posisi tubuh dalam memasang bata.....	70
Tabel 4. 6 Deteksi akurasi gerak dalam memasang bata dengan acuan posisi tubuh .....	70
Tabel 4. 7 Data jarak deteksi gerak tubuh terhadap kamera .....	75
Tabel 4. 8 Tabel akurasi pengenalan dalam memasang bata dengan acuan jarak.	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi .....	8
Gambar 2. 2 Kamera pengamatan .....	17
Gambar 2. 3 Gambar pengolahan citra .....	22
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	37
Gambar 3. 2 Denah yang diamati .....	37
Gambar 3. 3 Smartphone galaxy s8+.....	38
Gambar 3. 4Meteran laser .....	39
Gambar 3. 5 Laptop .....	39
Gambar 3. 6 Tripod.....	40
Gambar 3. 7 Flowchart penelitian .....	42
Gambar 3. 8 Flow pengambilan sumber data.....	44
Gambar 3. 9 Membuka aplikasi Roboflow .....	45
Gambar 3. 10 Memilih jenis workspace .....	45
Gambar 3. 11 Tampilan menu roboflow.....	46
Gambar 3. 12 menu create project.....	46
Gambar 3. 13 pilih file yang akan di labelling.....	47
Gambar 3. 14 jumlah frame rate.....	47
Gambar 3. 15 hasil frame rate .....	48
Gambar 3. 16 Anotasi objek.....	48
Gambar 3. 17 hasil Preprocessing.....	49
Gambar 3. 18 Pemilihan tools .....	49
Gambar 3. 19 Menu generate .....	50
Gambar 3. 20 code hasil generate.....	50
Gambar 3. 21 Flow labelling images.....	51
Gambar 3. 22 Proses training <i>YOLO</i> .....	51
Gambar 3. 23 Proses running <i>YOLO</i> .....	53
Gambar 3. 24 postprocessing hasil deteksi .....	54
Gambar 3. 25 Hasil visualisasi dari deteksi .....	54

Gambar 4. 1 Hasil running program pengujian tingkat akurasi gerak tubuh pekerja .....	57
Gambar 4. 2 Tingkat akurasi deteksi gerak tubuh pekerja.....	57
Gambar 4. 3 Hasil running program pengujian tingkat akurasi gerak tubuh pekerja .....	59
Gambar 4. 4 Tingkat akurasi deteksi gerak tubuh pekerja.....	60
<i>Gambar 4. 5 Hasil contoh pengambilan data dengan kamera dari berbagai sudut dan posisi (Sumber : Olahan pribadi) .....</i>	<i>63</i>
Gambar 4. 6 Perbandingan akurasi.....	64
Gambar 4. 7 Kurva perbandingan akurasi.....	64
Gambar 4. 8 Sampel pengambilan data dengan jarak 3m, 4m, dan 5m.....	67
Gambar 4. 9 Perbandingan akurasi berdasarkan jarak .....	68
Gambar 4. 10 Kurva perbandingan akurasi.....	69
Gambar 4. 11 Hasil dari pengambilan data dengan kamera dari berbagai posisi.	72
Gambar 4. 12 Perbandingan akurasi .....	73
Gambar 4. 13 Pengambilan data deteksi gerak dalam memasang bata dengan acuan jarak kamera dari responden kedua .....	78
Gambar 4. 14 Perbandingan berdasarkan jarak.....	79
Gambar 4. 15 Kurva perbandingan akurasi.....	79
Gambar 4. 16 Kurva perbandingan akurasi.....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil deteksi gerak tubuh pekerja berdasarkan acuan jarak.....	90
Lampiran 2 Hasil deteksi berdasarkan acuan sudut pengambilan.....	92

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada era globalisasi seperti sekarang ini perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia sangat pesat terjadi seiring dengan infrastruktur yang semakin memadai. Dalam bidang konstruksi terdapat permasalahan yang dapat terjadi yaitu masalah produktifitas, finansial dan juga teknologi. Dimana produktifitas sendiri berkaitan dengan waktu penyelesaian suatu proyek dengan mempertimbangkan situasi dan kondisi yang ada di lapangan, serta ketersediaan bahan atau tenaga kerja yang memenuhi kriteria. Selanjutnya permasalahan finansial mengacu pada biaya konstruksi yang seringkali meningkat dikarenakan berbagai factor seperti perubahan permintaan, kesulitan dalam mengatur biaya proyek, perubahan harga bahan hingga kesulitan dalam mengelola resiko. Permasalahan teknologi yang ada pada bidang konstruksi yaitu ketersediaan alat yang masih kurang, minimnya pengetahuan terhadap penggunaan teknologi tersebut, serta kesulitan dalam integrasi dan kompatibilitas antar teknologi .

Dalam pemantauan pekerjaan dengan mengamati gerak tubuh pada saat pemasangan bata ringan menggunakan kamera memperhatikan aspek gerakan yang dilakukan oleh pekerja. Dimana gerakan tubuh yang dilakukan oleh pekerja yaitu terdiri dari memotong bata dan gerakan memasanga bata. Pekerja diharuskan bergerak secara lincah dan cepat agar bisa menyelesaikan pemasangan dengan waktu yang efisien dan hasil yang maksimal. Karena dapat meningkatkan keamanan dan keselamatan di lokasi yang membantu mengawasi proses konstruksi secara visual. Oleh karena itu saya sebagai penulis melakukan penelitian ini sebagai inovasi dalam mengerjakan tugas akhir.

Dr. Harry Hikmat (2010) mengemukakan bahwa monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indikator yang ditetapkan secara sistematis dan berkelanjutan tentang kegiatan/program sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurnaan program/kegiatan itu selanjutnya. Monitoring dapat memberikan informasi tentang proses pekerjaan yang di lakukan untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas

efek tindakan dari beberapa jenis antara lain tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan.

Pada penelitian ini menggunakan metode latar belakang kamera smartphone kamera smartphone merupakan kamera digital yang terpasang pada ponsel pintar (smartphone) yang memungkinkan pengguna untuk mengambil foto dan video dengan menggunakan ponsel. Kamera smartphone biasanya memiliki beberapa fitur seperti fokus otomatis, stabilisasi gambar, pengenalan wajah, mode panorama, mode malam, filter, dan lain sebagainya. Sedangkan Menurut Bull (2010:5) berpendapat, “kata dari fotografi berasal dari dua istilah Yunani, photo dari phos (cahaya) dan graphy dari graphe (tulisan atau gambar)”. Maka makna harfiah fotografi adalah menulis atau menggambar dengan cahaya. Metode kamera latar belakang memiliki beberapa keuntungan dalam pemantauan pekerjaan konstruksi. Pertama, kamera ini dapat digunakan untuk mengambil gambar atau video dari proyek secara keseluruhan, sehingga memungkinkan untuk mengevaluasi progres proyek dengan mudah. Kedua, kamera ini dapat digunakan untuk menemukan masalah yang mungkin muncul dalam proyek. Seperti kesalahan dalam desain atau konstruksi, sehingga dapat segera diambil tindakan untuk memperbaiki masalah tersebut. Ketiga, metode kamera latar belakang dapat digunakan untuk mengontrol biaya proyek.

Penerapan *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan untuk pengolahan data pemantauan pekerjaan dengan menggunakan metode *YOLO*. Menurut John McCarthy (1956) berpendapat, “Kecerdasan buatan adalah ilmu dan rekayasa membuat mesin yang dapat melakukan tugas-tugas yang membutuhkan kecerdasan manusia, seperti belajar, memecahkan masalah, dan bahasa alami”. Sedangkan menurut Demis Hassabis, Mustafa Suleyman, dan Shane Legg (2015) berpendapat, “Kecerdasan buatan adalah bidang ilmu yang berfokus pada pengembangan mesin yang dapat melakukan tugas-tugas yang membutuhkan pemikiran cerdas dan beradaptasi dengan lingkungan mereka”. Sehingga dapat disimpulkan AI merupakan suatu kemampuan mesin atau komputer guna menjalankan tugas yang memerlukan pemikiran cerdas yang biasanya dilakukan oleh manusia. *You Only Look Once (YOLO)* merupakan suatu algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi sebuah objek secara real time. Metode ini memiliki kelebihan dalam mendeteksi objek

dengan cepat hanya satu kali proses feedforward. Oleh sebab itu metode ini banyak diterapkan dalam berbagai aplikasi, seperti pengawasan keamanan, pengenalan wajah pada video, dan analisis citra medis.

Dimana pengamatan ini dilakukan di pondok pesantren ulul albab Muhammadiyah Boarding School Limpung dengan menggunakan metode latar belakang kamera smartphone. Dimana kamera tersebut dipasang di dua titik objek pengamatan yang berbeda. Pada titik pertama kamera di pasang untuk mengamati pekerjaan pemasangan bata ringan, kemudian pada titik kedua kamera dipasang untuk mengamati pekerja. Pengamatan ini dilakukan selama 10 hari dengan kurun waktu pengamatan per harinya berbeda beda. Karena pengambilan data pada pemantauan ini juga mempertimbangkan kondisi di lapangan, seperti cuaca di lokasi yang tidak menentu sehingga menghambat pekerja dalam melakukan pekerjaan dan pemantauan yang kita lakukan.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan penjelasan latar belakang dapat dibuat idenfitikasi masalah sebagai berikut:

- a. Penggunaan tenaga kerja manusia sebagai monitoring pekerjaan tidak bisa dilakukan selama 24 jam.
- b. Pemantauan pekerjaan dengan menggunakan tenaga manusia tidak bisa mengamati pekerjaan secara menyeluruh.
- c. Kesulitan dalam memantau kinerja pekerja di lapangan

## **1.3 Rumusan Masalah**

Perkembangan teknologi berdampak pada kemajuan konstruksi salah satunya yaitu penggunaan kamera smartphone sebagaai alat pemantauan pekerjaan pada proyek pembangunan Muhammadiyah Boarding School. Maka dari itu, pemantauan pekerjaan menggunakan kamera diperlukan untuk mengidentifikasi gerak tubuh pekerja dalam melakukan pemasangan bata. Sehingga, perlunya perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana mengatasi keterbatasan penggunaan tenaga kerja manusia sebagai monitoring pekerjaan yang tidak dapat dilakukan selama 24 jam secara efektif dan efisien?

- b. Bagaimana tingkat akurasi kamera pada posisi pengambilan dari sisi samping dan belakang ?
- c. Bagaimana tingkat akurasi kamera pada jarak 3 m, 4 m, dan 5 m dalam melakukan pemantauan pekerjaan ?
- d. Bagaimana kesulitan dalam pemantauan pekerjaan dengan menggunakan kamera ?

#### **1.4 Pembatasan Masalah**

Pada penelitian ini perlu adanya pembatasan dalam analisis, sehingga tidak berkembang terlalu jauh. Pembatasan masalah tersebut diantaranya adalah:

- a. Pengamatan ini hanya berfokus pada pemantauan pekerjaan dengan menggunakan kamera.
- b. Penggunaan kamera di proyek yang sedang di kerjakan hanya menggunakan 2 kamera dari sisi samping dan belakang.
- c. Pemantauan pekerjaan dengan kamera dilakukan hanya pada jarak 3 m, 4 m, dan 5 m. .
- d. Analisis pemodelan menggunakan coding sebagai alat bantu dalam mendapatkan nilai tingkat akurasi.
- e. Penelitian dilaksanakan pada saat jam kerja.

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan pemanfaatan suatu kamera pada pekerjaan dengan mengidentifikasi gerak pekerja tersebut. Tujuan penelitian ini antara lain:

- a. Menganalisis peran kamera dalam mengatasi keterbatasan pekerja dalam melakukan monitoring.
- b. Menganalisis pemantauan proyek yang sedang dilakukan
- c. Menganalisis deteksi akurasi gerakan dalam melakukan kegiatan memotong dan memasang bata pada posisi samping dan belakang.
- d. Mengevaluasi deteksi akurasi gerakan dalam melakukan kegiatan memotong dan memasang bata pada jarak 3 m, 4 m, dan 5 m.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian dengan judul “Mendeteksi gerak tubuh pekerja pada aspek pekerjaan pemasangan bata ringan dengan menggunakan kamera di proyek pembangunan Pondok Pesantren Muhammadiyah Boarding School”. Yaitu :

a. Bagi Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini dapat membantu pembaca untuk mengetahui fungsi dan kegunaan kamera pada proyek bangunan atau objek pekerjaan yang diamati.

b. Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah informasi mengenai Analisis Penggunaan Kamera Smartphone Dalam Pemantauan Pekerjaan Pada Konstruksi Bangunan Terhadap Gerak Tubuh Pekerja.

c. Bagi Bangsa Dan Negara

Penelitian ini bermanfaat sebagai salah satu referensi dalam bidang teknologi.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Pemasangan Bata Ringan**

Bata ringan adalah bata berpori yang memiliki nilai berat jenis lebih ringan daripada bata pada umumnya. Berat jenisnya antara 600-1600 kg/m<sup>3</sup> dengan kekuatannya tergantung pada komposisi campuran (Ngabdurrochman, 2009).

Pemasangan bata merupakan suatu proses memasang atau menempatkan bata-bata secara berurutan dan rapih untuk membentuk dinding atau struktur bangunan. Dimana pekerja sering menggunakan teknik khusus untuk memastikan bahwa dinding yang dibangun dengan bata-bata kuat, tahan lama, dan dapat menahan beban struktural. Oleh karena itu pemasangan bata harus dilakukan dengan benar untuk memastikan kekokohan dan daya tahan bangunan. Dalam pemasangan dinding bata memerlukan alat dan bahan diantaranya yaitu :

a) Alat

1. Scaffolding
2. Sendok spesi
3. Roskam
4. Ember
5. Gergaji
6. Palu karet

b) bahan

1. Perekat bata ringan
2. Bata ringan ( bata hebel )
3. Air

Langkah langkah pengerjaan pemasangan dinding hebel :

1. Bersihkan area pemasangan dinding bata hebel agar bebas dari benda benda yang mengganggu.
2. Memasang senar secara vertikal dan horizontal, sebagai acuan dalam memasang dindng hebel.

3. Mempersiapkan campuran spesi untuk lapisan antara lantai dan hebel serta campuran powerbond sebagai perekat hebel.
4. Menambahkan campuran spesi pada jalur pemasangan dinding dengan ketebalan sekitar 2-3 cm.
5. Menambahkan mortar pada campuran spesi dan memasang bata hebel ke dalam campuran tersebut.
6. Menekan hebel dengan menggunakan palu agar menempel dengan kuat.
7. Pada susunan hebel berikutnya, hanya perlu diberikan mortar MU sebagai perekat, kemudian pasang hebel dan tekan dengan palu.
8. Melakukan pemasangan hebel berikutnya dengan cara yang sama seperti poin 5 sebelumnya.
9. Melakukan pengecoran kolom praktis ketika dinding telah mencapai ketinggian sekitar 1,5 m - 2 m.
10. Setelah ketinggian dinding mencapai 3 m, perlu dipasang bekisting dan tulangan balok praktis untuk kemudian dicor.

Berikut ini adalah tabel kelebihan dan kekurangan dari dinding bata ringan :

Tabel 2. 1 kelebihan dan kekurangan bata ringan

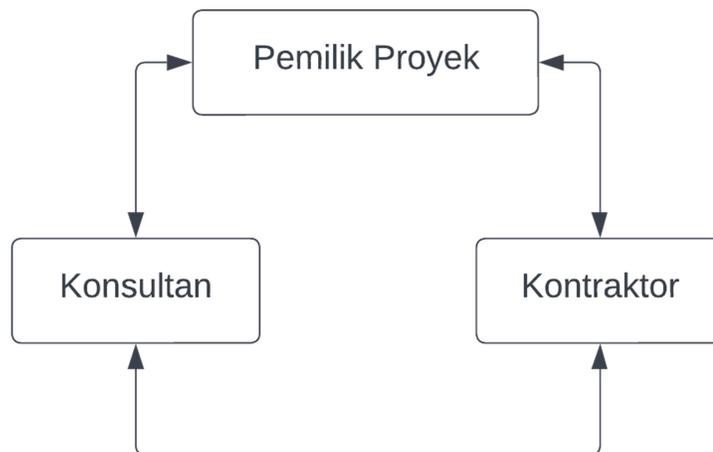
Bata Ringan		
No	Kelebihan	Kekurangan
1	Memiliki biaya yang lebih murah	Memiliki daya resap air cukup tinggi
2	Pemasangan dilakukan lebih cepat	Mempunyai daya retak cukup besar
3	Memiliki beban lebih ringan	Memiliki kualitas ketahanan kurang
4	Mudah dibentuk dan dikerjakan	Memerlukan perawatan khusus guna mencegah kelembaban serta perkembangan jamur

### 2.1.2 Manajemen Konstruksi

#### 1) Pengertian manajemen konstruksi

Manajemen konstruksi adalah suatu proses perencanaan, pengorganisasian, pengendalian, dan koordinasi sumber daya manusia meliputi (manusia, peralatan, bahan, dan waktu) yang berguna untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi secara efektif dan efisien.

Dengan tujuan untuk mengelola proyek konstruksi dari awal hingga akhir serta memastikan bahwa proyek berjalan sesuai waktu yang direncanakan baik dalam segi anggaran dan standar kualitas yang ditetapkan. Sedangkan menurut Ervianto (2005) manajemen konstruksi adalah perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek konstruksi mulai dari gagasan awal sampai proyek konstruksi tersebut berakhir untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat mutu dan tepat biaya. Sehingga manajemen konstruksi di kelola oleh sekelompok orang yang memiliki tugas dan tanggung jawab yang berbeda – beda.



Gambar 2. 1 Pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi

#### 2) Fungsi manajemen konstruksi

Fungsi Manajemen konstruksi juga harus memperhatikan beberapa hal diantaranya :

a. Perencanaan (*Planning*)

Pada kegiatan perencanaan adanya sasaran yang diinginkan demi mencapai tujuan dan kebijakan-kebijakan lain yang menunjang keberhasilan. Sehingga dalam perencanaan harus dikerjakan secara teliti dan cermat guna meminimalisir resiko kesalahan dalam bekerja. Walaupun pada akhirnya perencanaan disempurnakan sesuai dengan perubahan dan perkembangan kondisi yang terjadi pada proses pelaksanaan. Dalam perencanaan, ada beberapa factor yang perlu dipertimbangkan, yang dikenal sebagai SMART:

- (1) Spesifik, artinya perencanaan harus memiliki tujuan dan ruang lingkup yang jelas, tanpa terlalu meluas atau terlalu idealis.
- (2) *Measurable*, artinya program kerja atau rencana harus dapat diukur dalam tingkat keberhasilannya.
- (3) *Attainable*, artinya perencanaan harus dapat dicapai, bukan hanya sebatas angan-angan.
- (4) Realistis, artinya perencanaan harus sesuai dengan kemampuan dan sumber daya yang tersedia, tidak terlalu mudah namun tetap menantang.
- (5) *Time-bound*, artinya perencanaan harus memiliki batas waktu yang jelas, seperti mingguan, bulanan, triwulanan, semesteran, atau tahunan. Hal ini memudahkan penilaian dan evaluasi.

b. Pengorganisasian (*organizing*)

Fungsi pengorganisasian dalam manajemen konstruksi adalah mengelompokkan kegiatan yang diperlukan dan mengatur hubungan antara kegiatan-kegiatan tersebut dalam suatu struktur organisasi atau institusi. Dalam konteks ini, organisasi berperan sebagai tempat untuk menyatukan pemikiran sekelompok orang yang terdiri dari pemilik proyek, konsultan perencana, pihak kontraktor, dan konsultan pengawas guna mencapai tujuan bersama. Pengorganisasian adalah proses yang memastikan bahwa setiap sumber daya manusia dan fisik tersedia untuk melaksanakan rencana dan mencapai tujuan yang terkait dengan organisasi.

c. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini memiliki tujuan untuk mewujudkan bangunan sesuai kebutuhan pemilik proyek, sebagaimana yang telah dirancang oleh konsultan perencana, dengan memperhatikan batasan biaya, waktu, dan mutu yang telah disepakati. Pada tahap ini, fungsi pelaksanaan terbagi menjadi dua, yaitu fungsi pengelolaan tenaga kerja (*staffing*) dan fungsi pengarahan (*directing*). Fungsi pengelolaan tenaga kerja berhubungan dengan rekrutmen, penempatan, penilaian kinerja, pelatihan, dan pengembangan sumber daya manusia di dalam organisasi. Sementara itu, fungsi pengarahan berusaha untuk menggerakkan sumber daya yang dimiliki oleh organisasi agar bergerak sebagai satu kesatuan sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Dalam tahap pengarahan ini, juga dilakukan upaya untuk memotivasi agar kinerja dapat optimal dan mengimplementasikan proses kepemimpinan untuk mencapai tujuan yang

telah ditetapkan. Yang paling penting adalah deteksi dini terhadap penyimpangan yang terjadi, baik dalam tahap perencanaan, pelaksanaan, maupun pengorganisasian. Dengan demikian, dapat segera dilakukan koreksi, antisipasi, dan penyesuaian sesuai dengan situasi, kondisi, dan perkembangan zaman.

d. Pengendalian (*controlling*)

Kegiatan ini dilakukan untuk mengawasi pekerjaan guna memastikan aturan kerja dapat dilakukan sesuai prosedur untuk mencapai hasil yang maksimal. Fungsi pengendalian dalam manajemen konstruksi terdiri dari fungsi controlling, supervising, dan koordinasi. Tujuan dari pengendalian ini adalah untuk memastikan bahwa pekerjaan berjalan sesuai dengan visi, misi, aturan, dan program kerja yang telah ditetapkan. Hal ini dilakukan melalui berbagai bentuk pengawasan, supervisi, inspeksi, dan audit. Meskipun kata-kata ini memiliki makna yang berbeda, yang terpenting adalah deteksi dini terhadap penyimpangan yang terjadi. Baik dalam tahap perencanaan, pelaksanaan, maupun pengorganisasian. Dengan demikian, dapat segera dilakukan koreksi, antisipasi, dan penyesuaian sesuai dengan situasi, kondisi, dan perkembangan zaman. Berikut Merupakan proses manajemen konstruksi ;

Tabel 2. 2 Proses manajemen konstruksi

Input	Fungsi	Output
Tujuan	Perencanaan	Optimasi Kinerja Proyek : Biaya Mutu dan Biaya K3
Sasaran	Pengorganisasian	
Informasi Data	Pengendalian	
Sumber Daya		

Sumber menurut Husen, (2010).

Manajemen konstruksi mengacu bagaimana sumber daya manusia yang tersedia diantara lain :

(1) *Manpower* (Tenaga kerja)

Pada manajemen konstruksi merujuk pada tenaga kerja atau sumber daya manusia yang terlibat pada proyek konstruksi. Proyek konstruksi memerlukan banyak pekerja yang dilakukan oleh tenaga kerja yang terampil dan terlatih. Dimana manajemen tenaga kerja dalam proyek konstruksi melibatkan perencanaan dan pengelolaan sumber daya manusia untuk memastikan bahwa jumlah tenaga kerja yang tepat tersedia sesuai dengan waktu yang tepat. Man power management juga meliputi aspek seperti pengembangan dan pelatihan kerja, penilaian kinerja, penggajian, dan manajemen waktu kerja.

(2) *Machiner* (alat dan peralatan)

Merupakan salah satu jenis sumber daya yang digunakan untuk memudahkan dan mempercepat suatu pekerjaan konstruksi. Machiner dapat berupa mesin bergerak seperti ekskavator, bulldoser, grader, truk mixer, crane, mesin pemotong besi, mesir bor, dan jenis jenis laiinya.

Manajemen machiner pada proyek konstruksi melibatkan perencanaan serta pengelolaan penggunaan mesin mesin tersebut, termasuk pemeliharaan, pengoperasian, pemilihan, dan pembelian mesin. Perawatan dari mesin mesin

dapat memperpanjang umur mesin, mengurangi risiko kegagalan mesin, dan menjamin ketersediaan mesin saat diperlukan.

### *(3) Material*

Merupakan bahan atau unsur fisik yang digunakan dalam pembangunan Material dalam konstruksi meliputi berbagai jenis bahan seperti batu, pasir, keramik, beton, baja, kayu, dan lain lainnya. Manajemen material pada konstruksi melibatkan pengadaan, pengelolaan, dan penggunaan material secara efisien dan efektif. Hal ini juga mencakup perencanaan dan pengawasan pasokan material, memastikan kualitas material, dan memantau inventaris material agar material tersedia dan cukup untuk menyelesaikan proyek.

### *(4) Money*

Dalam manajemen konstruksi merujuk pada pengelolaan anggaran atau dana yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek konstruksi. Dalam manajemen konstruksi, pengelolaan keuangan yang baik sangat penting untuk memastikan proyek dapat diselesaikan dengan efektif dan efisien dengan memperhatikan perencanaan anggaran proyek, pengawasan pengeluaran, pengendalian biaya, dan pelaporan keuangan. Dimana pemantauan dan evaluasi kinerja keuangan proyek secara teratur sangat diperlukan untuk memastikan proyek selesai sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.

### *(5) Method*

Adalah prosedur atau metode yang digunakan untuk menyelesaikan proyek konstruksi. *Method* merujuk pada perencanaan dan pelaksanaan proyek, termasuk penjadwalan, pengawasan, pengendalian kualitas, dan manajemen risiko.

## 3) Peran manajemen konstruksi

Peran manajemen konstruksi pada tahap proyek konstruksi dapat dibagi menjadi:

### a. *Agency Construction Management (ACM)* :

Dalam sistem ini, konsultan manajemen konstruksi ditugaskan oleh pihak pemilik proyek dan berfungsi sebagai koordinator "penghubung" antara perencanaan dan pelaksanaan, serta antara para kontraktor. Konsultan MK dapat terlibat sejak tahap perencanaan. Pihak pemilik proyek membuat kontrak langsung dengan beberapa kontraktor sesuai dengan paket-paket pekerjaan yang telah disiapkan.

b. *Extended Service Construction Management (ESCM)* :

Jasa konsultan MK dapat diberikan oleh pihak perencana atau pihak kontraktor. Namun, jika konsultan perencana memberikan jasa Manajemen Konstruksi, mungkin terjadi konflik kepentingan karena konsultan perencana tersebut juga melakukan peninjauan terhadap proses perancangan, sehingga hal ini menjadi kelemahan dalam sistem ini. Pada tipe yang lain, konsultan MK dapat memberikan jasa Manajemen Konstruksi berdasarkan permintaan Pemilik ESCM/Kontraktor.

c. *Owner Construction Management (OCM)* :

Dalam kasus ini, pemilik proyek mengembangkan departemen manajemen konstruksi profesional yang bertanggung jawab atas manajemen proyek yang dilaksanakan.

d. *Guaranteed Maximum Price Construction Management (GMPCM)* :

Konsultan dalam sistem ini lebih berperan sebagai kontraktor umum daripada sebagai wakil pemilik proyek. Konsultan GMPCM tidak melakukan pekerjaan konstruksi tetapi bertanggung jawab kepada pemilik proyek terkait waktu, biaya, dan mutu. Dalam Surat Perjanjian Kerja/Kontrak, konsultan *GMPCM* bertindak sebagai pemberi pekerjaan kepada para kontraktor (subkontraktor).

Penerapan konsep manajemen konstruksi yang efektif dimulai pada tahap perencanaan, tetapi juga dapat dilakukan pada tahap-tahap lain sesuai dengan tujuan dan kondisi proyek. Dengan demikian, konsep MK dapat diterapkan pada berbagai tahap proyek sebagai berikut:

a) Pengelolaan proyek menggunakan sistem MK mencakup pengelolaan :

Ini melibatkan masukan dan keputusan yang berkaitan dengan aspek teknis operasional proyek konstruksi, mulai dari persiapan, perencanaan, perancangan, pelaksanaan, hingga penyerahan proyek.

b) Tim MK berperan sejak awal desain:

Tim MK terlibat sejak tahap awal desain, lelang, dan pelaksanaan proyek yang dinyatakan layak. Keterlibatan mereka dimulai sejak tahap desain.

c) Tim MK memberikan masukan dan keputusan dalam penyempurnaan desain :

Apabila manajemen konstruksi dilaksanakan setelah tahap desain, tim MK akan memberikan masukan dan keputusan dalam memperbaiki desain hingga proyek selesai.

d) Tim MK berfungsi sebagai koordinator pelaksanaan pelaksanaan

Jika manajemen konstruksi dimulai pada tahap pelaksanaan, tim MK bertindak sebagai koordinator dalam mengelola pelaksanaan proyek. Mereka juga melaksanakan fungsi pengendalian atau pengawasan, dengan menekankan pemisahan kontrak-kontrak pelaksanaan bagi kontraktor.

#### 4) Monitoring pekerjaan

Monitoring pekerjaan merupakan proses pemantauan serta pengawasan proyek konstruksi secara terus menerus yang berguna untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana, anggaran, dan jadwal yang telah ditetapkan. Monitoring pekerjaan biasanya dilakukan oleh tim manajemen proyek yang bertanggung jawab untuk mengawasi setiap aspek proyek dari awal hingga selesai. Menurut Mujahudin dan Putra (2010:75) berpendapat, “pemantauan dapat didefinisikan sebagai proses pengukuran, pencatatan, pengumpulan, pengolahan, dan pengkomunikasian informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen proyek”. Dimana tim ini bertanggung jawab untuk memantau dan mengelola segala macam perubahan, risiko, masalah, dan kendala yang ada selama berjalannya konstruksi. Proses monitoring pekerjaan meliputi pengumpulan dan analisis data tentang kemajuan proyek, biaya, dan sumber daya yang digunakan. Kemudian data tersebut digunakan untuk membuat laporan berkala kepada pemilik proyek, yang didalamnya terdapat informasi tentang kemajuan proyek, permasalahan resiko, dan rekomendasi perbaikan. Tujuan dari monitoring pekerjaan untuk memastikan bahwa proyek konstruksi selesai tepat waktu, dalam anggaran yang ditetapkan, dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan melakukan monitoring yang tepat, manajer proyek dapat mengidentifikasi masalah dan risiko lebih awal, sehingga dapat segera mengambil tindakan untuk mengurangi dampak yang mungkin terjadi dan menjaga proyek tetap berjalan sesuai rencana. Berikut adalah beberapa contoh proses monitoring pekerjaan dalam proyek konstruksi :

##### a. Pemantauan Kemajuan Pekerjaan

Tim manajemen proyek menggunakan jadwal proyek untuk memantau kemajuan fisik proyek. Dengan membandingkan kemajuan aktual dengan jadwal proyek yang telah dibuat untuk memastikan bahwa proyek dapat berjalan secara tepat waktu.

#### b. Pemantauan Biaya

Pada pemantauan ini manajer dapat memantau biaya proyek secara berkala untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai anggaran yang telah dibuat. Tim dapat memantau anggaran secara aktual serta dapat memperbarui perkiraan biaya yang diperlukan guna menyelesaikan proyek.

#### c. Pemantauan kualitas

Merupakan pengamatan yang dilakukan untuk memastikan standar kualitas yang telah ditetapkan dapat terpenuhi. Pengamatan ini dapat dilakukan dengan cara memeriksa bahan yang digunakan, metode konstruksi yang digunakan, serta hasil akhir demi memastikan bahwa proyek memenuhi standar yang digunakan.

#### d. Pemantauan Keselamatan

Proyek bertanggung jawab untuk memantau keselamatan kerja di lokasi konstruksi. Dengan mempertimbangkan keselamatan pekerja proyek akan berjalan secara efektif dan tepat waktu tanpa adanya risiko cedera atau kecelakaan.

#### e. Pemantauan Risiko

Merupakan pengamatan yang dilakukan untuk menganalisis masalah masalah yang dapat terjadi pada keberlangsungan konstruksi. Dapat dilakukan dengan menggunakan teknik analisi risiko untuk mengidentifikasi risiko dan mengembangkan strategi mitigasi yang tepat untuk mengurangi dampak yang akan terjadi. Salah satu cara monitoring pekerjaan dapat dilakukan dengan menggunakan kamera dengan cara merekam. Pemantauan pekerjaan dengan menggunakan kamera atau sering disebut dengan video surveillance merupakan praktik memantau aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan seorang tukang dengan menggunakan video. Dengan dilakukan secara langsung atau direkam untuk dilihat nantinya, yang berguna untuk memastikan keselamatan pekerja dan mengidentifikasi gerak tubuh para pekerja dalam pemasangan bata.

Pemantauan pekerjaan dengan metode kamera smartphone memiliki beberapa keunggulan, yaitu :

##### (1) Fleksibilitas

Dengan menggunakan kamera smartphone, pemantauan pekerjaan dapat dilakukan kapan saja tanpa memerlukan bantuan alat yang banyak. sehingga pemantauan

pekerjaan dapat dikaukan secara mudah dengan meletakkan smartphone pada objek pengamatan yang ingin diamati.

(2) Kemudahan penggunaan

Kamera smartphone sangat mudah digunakan oleh semua kalangan dan hampir semua orang sudah tidak asing dengan fitur kamera pada smartphone. Sehingga masyarakat tidak perlu untuk menginstal perangkat khusus untuk memantau suatu pekerjaan.

(3) Biaya yang lebih murah

Menggunakan kamera smartphone untuk pengamatan pekerjaan dapat menghemat biaya operasional karena tidak perlu membutuhkan alat yang terlalu banyak untuk melakukannya.

(4) Rekaman video berkualitas

Semakin berkembangnya teknologi berdampak dengan kemajuan smartphone masa kini . Terutama pada kualitas kamera yang mampu merekam video dengan kualitas tinggi bahkan dalam kondisi cahaya yang rendah sekalipun.

(5) Mudah diintegrasikan dengan teknologi lain

Kamera smartphone sendiri dapat diintegrasikan dengan teknologi lain, seperti halnya aplikasi manajemen proyek atau manajemen tugas. Sehingga dapat memudahkan pada saat pengawasan dan pelaporan .

Pemantauan pekerjaan konstruksi dengan menggunakan kamera smartphone juga memiliki beberapa kendala diantaranya, yaitu :

(1) Keterbatasan Jangkauan Kamera

Kamera hanya dapat mengambil dan merekam pada titik tertentu, sehingga jika proyek konstruksi memiliki area yang cukup luas atau banyak titik pengawasan maka membutuhkan banyak kamera.

(2) Pemasalahan Teknis

Pada penggunaan kamera smartphone dapat mengalami kerusakan atau kesalahan teknis sehingga dapat menyebabkan pemantauan menjadi terganggu.

### (3) Permasalahan Non Teknis

Pada kondisi cuaca yang pancaroba ini dapat mengganggu aktivitas pemantauan pekerjaan . Karena pada kondisi hujan kamera smartphone harus diletakkan di tempat yang aman agar tidak mengalami kerusakan karena terkena air.

### (4) Memerlukan Penyimpanan Yang Besar

Penggunaan kamera pada smartphone ini memerlukan penyimpanan yang besar untuk hasil yang telah direkam. Oleh karena itu pentingnya hardisk untuk menyimpan file atau data yang telah direkam agar dapat dilihat kapan saja nantinya.



*Gambar 2. 2 Kamera pengamatan*

Sumber: Dokumentasi peneliti

### 5) Tenaga kerja

Dalam menjalankan sebuah proyek, salah satu factor yang sngat penting dalam menentukan keberhasilannya suatu proyek konstruksi adalah tenaga kerja. Dimana untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan, dapat dilakukan dengan

mengonversi lingkup proyek menjadi jumlah tenaga kerja. Dalam teori, kebutuhan rata rata tenaga kerja dapat dihitung dengan membagi total lingkup kerja proyek yang diukur dalam jam – orang atau bulan – orang (man month) dengan durasi waktu pelaksanaan proyek.

Pengertian tenaga kerja sebagai sumber daya manusia dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Tenaga kerja merujuk kepada individu-individu yang bekerja dalam suatu organisasi, dan juga dapat disebut sebagai personil, pekerja, atau karyawan.
- b. Tenaga kerja memiliki potensi manusiawi yang menjadi penggerak utama dalam mencapai tujuan organisasi.
- c. Potensi manusiawi tersebut berperan sebagai modal non-material atau non-keuangan dalam organisasi, yang berperan dalam mewujudkan eksistensi atau keberadaan organisasi.

Sedangkan tenaga kerja konsturksi dibagi menjadi 2, yaitu :

(1) Tenaga kerja permanen

merujuk kepada karyawan yang memiliki status tetap di perusahaan (kontraktor utama) dan memiliki ikatan kerja individu yang berlangsung dalam jangka waktu yang relatif lama.

(2) Tenaga kerja kontrak

Ikatan kerja dalam hal ini terjadi antara perusahaan penyedia tenaga kerja (man power supplier) dan kontraktor utama, dengan jangka waktu kerja yang lebih singkat. Tenaga kerja ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan sementara dalam proyek.

Pada proyek konstruksi juga memperhatikan hal yang menjamin berjalan suatu proyek yang dibangun seperti berikut :

(1) Kelompok tukang

Pada permasalahan yang dihadapi dalam penjadwalan dan perkiraan jumlah tenaga kerja yaitu menentukan jumlah serta komposisi pekerja yang sesuai sehingga dapat bekerja dengan efektif. Dimana hal tersebut bertujuan agar untuk :

## (a) Menentukan durasi pekerja

Ukuran dan bentuk komposisi dalam kelompok pekerja mempengaruhi lamanya pekerjaan berlangsung.

## (b) Menentukan estimasi biaya pekerjaan

## (c) Ukuran dan bentuk komposisi dalam kelompok pekerja mempengaruhi estimasi biaya pekerja dalam pekerjaan yang dilakukan.

## (2) Waktu kerja

Menyatakan bahwa seorang pekerja tidak dapat diharapkan bekerja sehari penuh tanpa adanya gangguan (barnes,1980). Pekerja membutuhkan waktu istirahat untuk kebutuhan pribadi, seperti istirahat dan lainnya. Waktu kerja pada proyek konstruksi dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis proyek, ukuran proyek, kompleksitasnya, dan persyaratan khusus yang terkait. Namun, secara umum, waktu kerja pada proyek konstruksi dapat mencakup hal-hal berikut:

## (a) Jam Kerja Harian:

Proyek konstruksi umumnya dilakukan selama jam kerja normal, yaitu antara jam 7 pagi hingga 5 sore. Namun, ada juga proyek yang melibatkan kerja lembur di luar jam kerja normal, terutama jika ada batasan waktu yang ketat atau jadwal yang harus dipatuhi.

## (b) Hari Kerja:

Proyek konstruksi biasanya dilakukan selama hari kerja dari Senin hingga Jumat. Namun, terkadang proyek juga dapat dilakukan pada akhir pekan atau hari libur tertentu jika diperlukan untuk memenuhi tenggat waktu atau persyaratan proyek.

## (c) Durasi Proyek:

Durasi proyek konstruksi bervariasi tergantung pada skala dan kompleksitasnya. Proyek kecil mungkin hanya membutuhkan beberapa minggu atau bulan, sementara proyek besar seperti pembangunan gedung pencakar langit atau jembatan dapat memakan waktu berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun.

## (d) Faktor Musiman:

Beberapa proyek konstruksi dapat dipengaruhi oleh faktor musiman, terutama di daerah dengan iklim ekstrem. Misalnya, pembangunan di daerah yang terkena salju berat mungkin dibatasi selama musim dingin, sementara pekerjaan di bawah air

atau proyek yang melibatkan tanah beku dapat memerlukan waktu tambahan atau teknik khusus.

(e) Peraturan Lokal:

Peraturan lokal atau peraturan pemerintah setempat juga dapat mempengaruhi waktu kerja pada proyek konstruksi. Beberapa daerah mungkin memiliki batasan jam kerja atau larangan kerja pada hari-hari tertentu, seperti hari libur agama atau acara-acara komunitas.

### **2.1.3 Digital Image Processing**

Pada proses *digital image* yang menggunakan pemanfaatan kamera sebagai alat bantu pemantauan pekerjaan dan gerak tubuh pada pekerja . Memiliki pengertian sebagai seperangkat alat atau suatu perlengkapan yang berfungsi untuk mengabadikan suatu objek menjadi sebuah gambar dalam keadaan diam atau bergerak yang merupakan hasil proyeksi pada sistem lensa. Menurut Bull (2010:5) kata dari fotografi berasal dari dua istilah Yunani : Photo dari phos (cahaya) dan graphy dari graphe (tulisan atau gambar). Sedangkan menurut Sudjojo (2010), mengemukakan pada dasarnya fotografi adalah suatu kegiatan merekam dan memanipulasi cahaya untuk mendapatkan hasil yang kita inginkan. Penggunaan teknologi pada kamera terus berevolusi dan terus berkembang hingga dapat menyatu dengan perangkat telephone seluler atau yang biasa disebut dengan smartphone. Sehingga memudahkan pengguna untuk mengabadikan setiap moment tanpa harus menyiapkan peralatan fotografi untuk mengabadikan moment yang tepat.

*Digital image processing* adalah suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk 2 dimensi image processing dapat juga dikatakan segala operasi untuk memperbaiki, menganalisa, atau mengubah suatu gambar (Gonzales, 2002). Oleh karena itu pengolahan citra adalah konsep dasar dalam pemrosesan objek pada gambar yang didasarkan pada kemampuan indra penglihatan manusia yang kemudian terhubung dengan kemampuan otak manusia. Terdapat empat klarifikasi dasar dalam pengolahan citra yaitu point, area, geometric, dan frame (Gonzales, 2002). Oleh karena itu pengolahan citra adalah konsep dasar dalam pemrosesan objek pada gambar yang didasarkan pada kemampuan indera penglihatan manusia yang kemudian terhubung

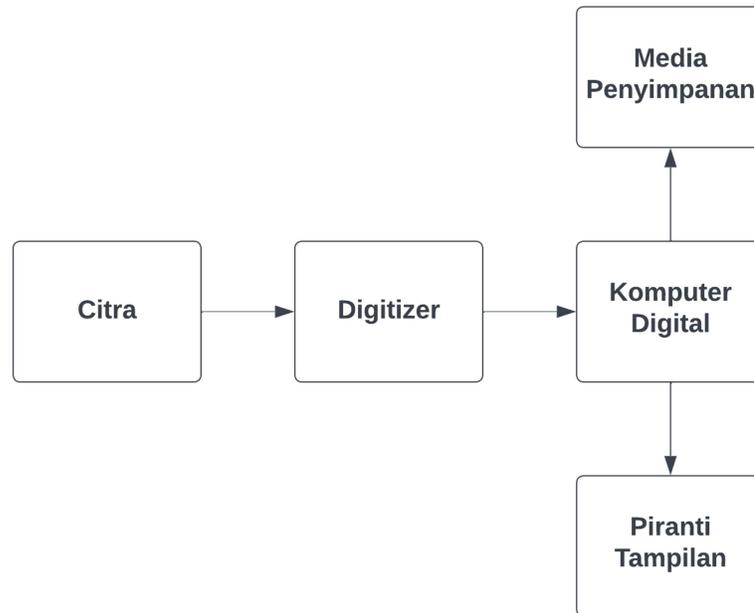
dengan kemampuan otak manusia. Terdapat empat klarifikasi dasar dalam pengolahan citra yaitu point, area, geometric, dan frame (Gonzales, 2002).

- 1) *Point* memproses nilai pixel suatu gambar berdasarkan nilai atau posisi dari pixel tersebut. Contoh dari proses *point* adalah *adding*, *subtracting*, *contrast stretching* dan lainnya.
- 2) *Area* melibatkan pemrosesan nilai pixel dalam gambar berdasarkan nilai pixel itu sendiri dan nilai piksel di sekitarnya. Contoh dari proses area termasuk konvolusi dan pengaburan (*blurring*).
- 3) *Geometric* digunakan untuk mengubah posisi piksel dalam gambar. Contoh dari proses geometric termasuk penskalaan (*scaling*), rotasi, dan pemantulan (*mirroring*).
- 4) *Frame* melibatkan pemrosesan nilai piksel dalam suatu gambar berdasarkan operasi yang melibatkan dua gambar atau lebih. Contoh dari proses frame yaitu penambahan (*addition*), pengurangan, (*subtraction*), dan operasi logika AND/OR.

Ada beberapa bagian yang harus diperhatikan dalam *digital image processing* diantaranya, yaitu :

a. Pengolahan Citra Digital

Adalah sebuah teknologi visual yang digunakan untuk observasi dan analisis suatu objek tanpa kontak langsung dengan objek yang diamati. Teknologi ini dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas suatu produk tanpa merusak produk itu sendiri, yang dikenal sebagai *Non-Destructive Evaluation (NDE)*. Alat digitalisasi tersebut dapat berupa sensor padat yang menggunakan matriks sel yang peka terhadap cahaya yang masuk. Citra yang direkam atau sensor yang digunakan memiliki posisi tetap. Dimana komponen utama dari perangkat keras pengolahan citra digital adalah komputer dan perangkat tampilan. Komputer tersebut bisa berupa komputer khusus yang dirancang untuk pengolahan citra digital. Pengolahan citra umumnya dilakukan pada piksel yang memiliki sifat paralel dan dilakukan secara pipelined.



Gambar 2. 3 Gambar pengolahan citra

Sumber: Suhandy, (2003)

b. Elemen sistem Pemrosesan Citra Digital

(1) *Digitizer (Digital Acquisition System)*

Dalam pemrosesan citra *Digitizer* adalah sistem yang digunakan untuk menangkap citra digital dengan menjelajahi citra dan mengubahnya menjadi representasi numerik sebagai masukan bagi komputer digital. Hasil akhir dari *digitizer* adalah matriks dimana setiap elemen mewakili nilai intensitas cahaya pada titik tertentu.

*Digitizer* terdiri dari tiga komponen dasar :

- (a) Sensor citra berfungsi sebagai pengukur intensitas cahaya.
- (b) Perangkat penjelajah merekam hasil pengukuran intensitas pada seluruh bagian citra.
- (c) Pengubah analog ke digital melakukan sampling dan kuantisasi.
- (d) Komputer digital

Digunakan dalam sistem pemrosesan citra dan memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai fungsi pada citra digital dengan resolusi tinggi

## (e) Piranti tampilan

Piranti merupakan perangkat yang mengkonversi matriks intensitas tinggi yang mewakili citra ke dalam tampilan yang dapat diinterpretasi oleh manusia

## (f) Media penyimpanan

Media penyimpanan adalah perangkat dengan kapasitas memori yang besar, sehingga gambar dapat disimpan secara permanen untuk diproses kembali di waktu yang lain

## c. Elemen Dasar Citra Digital

Beberapa elemen dasar dalam citra digital meliputi :

(1) Kecerahan (*Brightness*)

Merupakan intensitas cahaya rata rata dari suatu area pada titik citra.

(2) Kontras (*Contrast*)

Mengacu pada perbedaan sebaran (*lightness*) dan gelap (*darkness*) dalam sebuah citra. Citra dengan kontras rendah cenderung memiliki komposisi yang sebagian besar terang atau sebagian besar gelap, sedangkan citra dengan kontras yang baik memiliki sebaran yang merata antara bagian gelap dan terang.

(3) Kontur (*Contour*)

Menunjukkan perubahan intensitas pada piksel piksel tetangga yang memungkinkan deteksi tepi objek dalam citra.

(4) Warna (*Color*)

Merupakan persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Mata manusia dapat menangkap berbagai kombinasi cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda. Rentang warna yang paling umum terdiri dari merah (R), Hijau (G), dan Biru (B).

(5) Bentuk (*Shape*)

Merupakan *property intrinsic* objek tiga dimensi, namun dalam konteks citra, objek ditampilkan dalam dimensi dua. Bentuk menjadi salah satu property utama dalam visual manusia untuk mengenali objek.

(6) Tekstur (*Texture*)

Mengacu pada distribusi special tingkat keabuan diantara piksel yang bersebelahan. Tekstur menggambarkan pola atau konsistensi dalam citra.

#### d. Pembentukan Citra

Citra dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

##### (1) Citra Kontinu

Citra ini dihasilkan oleh sistem optik yang menerima sinyal analog. Contohnya adalah mata manusia dan kamera analog.

##### (2) Citra diskrit atau citra digital

Adalah gambar yang dibentuk melalui pengolahan digital citra yang bersifat kontinu. Contohnya termasuk penggunaan kamera digital dan scanner untuk menghasilkan gambar digital

#### **2.1.4 Artificial Intelligence**

*Artificial intelligence (AI)* menurut John McCarthy merupakan suatu ilmu dan teknik dalam menciptakan mesin yang bersifat cerdas, terutama dalam menciptakan program atau aplikasi komputer cerdas. AI adalah suatu langkah untuk menciptakan komputer, robot, atau aplikasi atau program yang bekerja secara cerdas, layaknya seperti manusia (McCarthy, 2007). Tujuan utama dari AI adalah untuk membuat mesin dapat melakukan tugas-tugas yang membutuhkan pemikiran manusia, seperti pengenalan pola, penalaran logis, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah. Pengembangan *AI* melibatkan pengumpulan dan analisis data besar (*big data*), pelatihan model dan algoritma, serta pengujian dan evaluasi untuk memastikan performa yang baik. *AI* mencakup berbagai pendekatan dan teknik, termasuk *machine learning*, *deep learning*, logika fuzzy, pengolahan bahasa alami, dan pemrosesan gambar. Berikut merupakan penjelasan terkait pendekatan dan teknik AI :

##### 1) *Machine Learning*

adalah cabang *AI* yang mempelajari bagaimana komputer dapat belajar dari data dan pengalaman tanpa di-program secara eksplisit. Dalam *machine learning*, algoritma dirancang untuk mengekstraksi pola dari data yang ada dan menggunakan pola tersebut untuk membuat prediksi atau mengambil keputusan.

## 2) *Deep Learning*

Adalah subset dari machine learning yang menggunakan arsitektur jaringan saraf tiruan yang dalam (deep neural networks). Dalam deep learning, jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan (layer) digunakan untuk mempelajari representasi tingkat hierarkis dari data. Teknik ini telah menghasilkan kemajuan signifikan dalam bidang pengenalan gambar, pengenalan suara, dan pemrosesan bahasa alami.

## 3) Logika Fuzzy

Suatu metode matematis yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dan keambiguan dalam pengambilan keputusan. Dalam logika fuzzy, konsep-konsep atau variabel-variabel yang tidak dapat didefinisikan secara tegas dijelaskan dengan menggunakan derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy. Ini memungkinkan representasi yang lebih fleksibel dan mampu mengatasi situasi yang tidak memiliki batasan yang jelas.

4) Pengolahan Bahasa Alami: Pengolahan bahasa alami (*natural language processing/NLP*) adalah cabang *AI* yang berfokus pada interaksi antara manusia dan komputer melalui bahasa manusia yang alami. *NLP* melibatkan pemahaman, pemrosesan, dan generasi bahasa manusia oleh komputer. Teknik *NLP* mencakup pemrosesan teks, pengenalan entitas, pemahaman bahasa alami, dan terjemahan mesin.

5) Pemrosesan Gambar: Pemrosesan gambar adalah cabang *AI* yang berfokus pada analisis dan pemahaman konten visual dalam gambar atau video. Teknik pemrosesan gambar melibatkan ekstraksi fitur, segmentasi gambar, pengenalan objek, deteksi wajah, pengenalan tanda tangan, dan banyak lagi. Ini digunakan dalam berbagai aplikasi seperti visi komputer, pengenalan pola, dan pengolahan citra medis.

Ada banyak algoritma *AI* lain yang digunakan untuk berbagai tugas seperti pengenalan objek, segmentasi gambar, dan deteksi. Berikut ini beberapa contoh algoritma *AI* yang umum digunakan :

*a. R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network)*

Adalah algoritma yang membagi gambar menjadi beberapa proposal wilayah (region) dan kemudian menganalisis setiap proposal untuk mendeteksi objek. Algoritma ini menggabungkan konvolusi jaringan saraf (*CNN*) dengan metode pemilihan proposal wilayah untuk pengenalan objek.

*b. SSD (Single Shot MultiBox Detector)*

Adalah algoritma yang menggunakan pendekatan "single shot" untuk deteksi objek, yang berarti bahwa algoritma ini langsung memprediksi kotak pembatas (bounding box) dan kelas objek dalam satu tahap. *SSD* menggunakan piramida fitur dengan berbagai skala untuk mendeteksi objek dengan ukuran yang berbeda.

*c. Mask R-CNN*

Merupakan pengembangan dari *R-CNN* yang juga mampu melakukan segmentasi piksel-ke-piksel (pixel-wise segmentation) pada objek. Algoritma ini memprediksi kotak pembatas, kelas objek, dan masker segmen untuk setiap objek dalam gambar.

*d. Faster R-CNN*

Merupakan suatu algoritma yang menggabungkan jaringan konvolusi (*CNN*) dengan modul *Region Proposal Network (RPN)* untuk mendeteksi objek dalam gambar. Algoritma ini memiliki arsitektur yang lebih efisien dan cepat dibandingkan dengan *R-CNN*.

*e. U-Net*

Adalah arsitektur jaringan saraf konvolusi yang digunakan untuk segmentasi gambar biomedis atau segmentasi semantik. *U-Net* menggunakan struktur encoding-decoding untuk menghasilkan segmentasi gambar dengan tingkat detail yang tinggi.

*f. GAN (Generative Adversarial Network)*

adalah jenis jaringan saraf generatif yang terdiri dari dua bagian: generator dan diskriminator. Generator menghasilkan data sintesis, sedangkan diskriminator mencoba membedakan antara data asli dan data sintesis. Algoritma ini digunakan untuk menghasilkan data baru yang realistis, seperti gambar atau suara, berdasarkan data yang ada.

*g. LSTM (Long Short-Term Memory)*

Adalah jenis jaringan saraf rekurent yang digunakan untuk memodelkan urutan data. Algoritma ini efektif dalam mempelajari dependensi jangka panjang dalam urutan data, seperti teks atau suara. *LSTM* sering digunakan dalam tugas seperti pemrosesan bahasa alami, pengenalan suara, atau prediksi urutan.

### **2.1.5 Gerak Tubuh Pekerja**

Pengawasan gerakan tubuh pekerja dengan menggunakan kamera adalah suatu metode pemantauan di tempat kerja yang memanfaatkan teknologi kamera untuk merekam dan menganalisis gerakan tubuh pekerja. Pemantauan gerakan tubuh pekerja dapat dilakukan dengan memasang kamera di area kerja atau menggunakan peralatan yang dikenakan oleh pekerja, seperti sensor gerak dengan terintegrasi. Sistem ini kemudian merekam gerakan tubuh pekerja dan menganalisis data yang terkumpul untuk mengenali gerakan dalam pemasangan bata ringan. Gerak tubuh yang tidak tepat atau tidak ergonomis dapat meningkatkan risiko cedera dan kelelahan otot pada pekerja konstruksi. Oleh sebab itu pentingnya gerak tubuh yang benar dan alat perlindungan diri untuk pekerja dalam melaksanakan pekerjaan. Ada beberapa manfaat dari pemantauan gerakan tubuh pekerja menggunakan kamera, antara lain:

1) Keamanan:

Pemantauan gerakan tubuh pekerja membantu mengidentifikasi gerakan yang berisiko tinggi atau melanggar prosedur keselamatan kerja dalam pemasangan bata.

2) Pelatihan:

Dengan merekam dan menganalisis gerakan tubuh pekerja, sistem pemantauan dapat memberikan umpan balik langsung kepada pekerja tentang cara melakukan tugas dengan benar.

3) Efisiensi:

Pemantauan gerakan tubuh pekerja juga membantu mengenali gerakan yang tepat dalam melakukan pemasangan bata ringan. Dengan menganalisis data tersebut, perusahaan dapat mengidentifikasi area di mana perbaikan dapat dilakukan.

## **2.2 Kajian Pustaka dan Penelitian Terdahulu**

### **2.2.1 Monitoring Dengan Metode Konsep Nilai Hasil**

Fillial Nuansa Hape, As'ad Munawir, dan M. Hamzah Hasyim menyusun sebuah karya tulis ilmiah berjudul “Monitoring Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Bangunan Pergudangan Double Dengan Metode Konsep Nilai Hasil. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perkembangan proyek ditinjau dari monitoring dengan menggunakan konsep nilai hasil berdasarkan waktu progress. Hasil dari proses analisa yang didapat adalah variasi biaya, variasi jadwal, dan variasi waktu. Besarnya nilai variasi biaya hingga minggu kesepuluh sebesar Rp 324.038.473,00 nilai positif berarti proyek mengeluarkan biaya lebih kecil dari biaya yang dianggarkan. Besarnya nilai variasi jadwal hingga minggu kesepuluh sebesar Rp - 2.255.959.533,00 nilai negatif berarti anggaran proyek yang terlaksana lebih kecil dari pada anggaran rencana. Sedangkan besarnya nilai varians waktu hingga minggu kesepuluh sebesar -4,00 minggu, hal ini menunjukkan bahwa proyek terlaksana lebih lambat dari jadwal perencanaan proyek

### **2.2.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Pasangan Bata Ringan**

Londy Herianto The Jermias Tjakra, dan Grace Y. Malingkas menyusun sebuah karya tulis ilmiah yang berjudul “Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Pasangan Bata Ringan dan Plesteran Pada Pekerjaan Proyek Office and Distribution Centre PT. Sukanda Jaya Airmadidi Minahasa Utara”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara atau metode pelaksanaan pekerjaan dinding pasangan bata ringan dan plesteran. Hasil penelitian tersebut dapat di tarik kesimpulan bahwa metode pelaksanaan pemasangan dinding bata ringan dan plesteran pada Proyek Office and Distribution Center PT. Sukanda Jaya yang berlokasi di Airmadidi, Minahasa Utara adalah sebagai berikut:

- 1) Marking untuk memberikan tanda pada lantai untuk dijadikan acuan pemasangan dinding atau untuk mendapatkan posisi ketinggian dan lebar Selain marking ada juga pekerjaan pabrikan tulangan shear konektor, tulangan kolom dan balok praktis. Untuk tulangan shear konektor dilas pada kolom baja.
- 2) Penempatan abusemen atau campuran spesi untuk lapisan antara lantai dengan hebel.

- 3) Pemasangan Dinding Habel, bata ringan disusun rapi kemudian berikan mortar diatas permukaan bata ringan.setelah itu pasang kembali bata ringannya. Lakukan dengan cara yang sama untuk pemasangan hebel berikutnya. Setelah pemasangan dinding mencapai luas 12 m<sup>2</sup> lalu berikan bekisting dan tulangan balok praktis, lalu dicor.
- 4) Plesteran, pasang benangan untuk mendapatkan kelurusan dinding kemudian lakukan plesteran pada permukaan dinding yang mau diplester dengan ketebalan sesuai dengan benangan yang telah di pasang

### **2.2.3 Kinerja Manajemen Konstruksi**

Adhika Kusuma Tama, Lila Anggraini, Bambang Tutuko menyusun sebuah karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Kinerja Manajemen Konstruksi Pada Proyek Gedung Digitasi Universitas Negeri Semarang”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja manajemen konstruksi pada proyek gedung digitasi dengan menggunakan metode berdasarkan kajian pustaka. Hasil analisis mengenai faktor faktor sistem kerja manajemen konstruksi pada proyek pembangunan Gedung Digitasi Universitas Negeri Semarang yang paling dominan adalah pada tahapan pelaksanaan, sedangkan analisis mengenai tindakan-tindakan yang dilakukan manajemen konstruksi untuk pengendalian waktu, biaya, dan mutu yang paling dominan adalah tahapan pengendalian.

### **2.2.4 Pendeteksi Objek Dengan Metode *You Only Look Once (YOLO)***

Abi Rachman Wasril, M.Shidiq, dan M. Banu Mustafa menyusun sebuah karya tulis ilmiah yang berjudul “Pembuatan Pendeteksi Obyek dengan Metode *You Only Look Once (YOLO)* untuk *Automated Teller Machine (ATM)*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi objek yang diamati agar tidak terjadi kejahatan di Automated Teller Machine atau yang biasa disebut ATM. Oleh karena itu hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa penulis melakukan pembuatan objek deteksi menggunakan *YOLO* dengan melakukan riset pada sebuah source code yang terbuka dan aplikasi ini sendiri masih dalam bentuk pengembangan, sehingga untuk menjalankannya dengan menggunakan command prompt.

### 2.2.5 Penelitian Terdahulu

- 1) Greesma AS, dan Jeena B.Edayadiyil (2022), dalam penelitian ini dengan judul “*Automated Progress Monitoring Of Construction Project Using Machine Learning and Image Processing Approach*”. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan akurasi sistem pemantauan progress pekerjaan konstruksi dan pengenalan bata sebagai objek yang diamati dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Hasil dari analisis yaitu sebuah model pengklasifikasi *CNN* yang diawasi telah berhasil dibangun untuk pengenalan bata dengan menggunakan informasi spasial dan warna. Model tersebut memiliki kinerja yang baik, dengan nilai akurasi sebesar 81% dan daya ingat sebesar 83%. Sebuah kumpulan data seragam dari 356 foto telah dikumpulkan, yang digunakan sebagai acuan untuk dinding pasangan bata. Hasil analisis menunjukkan bahwa model ini mampu mendeteksi proyek konstruksi secara efektif tanpa campur tangan manusia, sehingga memungkinkan peningkatan inspeksi dan pengawasan proyek konstruksi.
  
- 2) M.A Jayaram (2023), dalam penelitian berjudul “*Computer Vision Application in Construction Material and Structural Health Monitoring: A Scoping Review*”. Penelitian ini bertujuan untuk pemantauan kesehatan struktural dan pengenalan objek yang ada di area sekitar proyek dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Dari hasil analisis memberikan pemahaman mendalam tentang bidang penelitian, menilai peran visi komputer sebagai teknik berbasis AI dalam konstruksi cerdas, serta memberikan ide-ide futuristik untuk para calon peneliti, mahasiswa proyek, guru, dan profesional dalam bidang teknik sipil. Tinjauan ini juga diharapkan dapat membantu para praktisi dalam membuat keputusan yang tepat terkait penerapan teknik visi komputer dalam proyek-proyek teknik sipil dan konstruksi.
  
- 3) Ju Yeon Lee, Woo Seok Choi, dan Sang Hyun Choi (2023), dalam penelitian berjudul “*Verification and Performance Comparison of CNN – Based Algorithms For Two Step Helm Wearing Detection*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi resiko kecelakaan kerja dengan mendeteksi penggunaan

helm pada proyek menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Dari hasil analisis Studi ini melakukan pengelompokan data menjadi tiga kelas yaitu helm, kepala, dan topi, dan melatih model untuk mengidentifikasi karyawan yang mengenakan topi. Dalam pembangunan model, dilakukan dua tahap guna mencapai akurasi tinggi dengan jumlah data pelatihan yang terbatas. Tahap pertama menggunakan model deteksi objek untuk mendeteksi kepala manusia dalam gambar. Selanjutnya, pada tahap kedua, posisi kepala manusia yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya digunakan untuk mengklasifikasikan mereka menjadi tiga kelas, yaitu helm, kepala, dan topi, menggunakan model klasifikasi. Performa dari model-model seperti Faster R-CNN, RetinaNet, dan YOLOv5 dibandingkan, dan model YOLO-EfficientNet menunjukkan skor F1 yang 3,2-16,4% lebih tinggi daripada model-model lainnya.

- 4) Bo Xiao, Qiang Lin, dan Yuan Chen (2023), dalam penelitian berjudul “*A Vision Based Method for Automatic Tracking Of Construction Machines at Nighttime Based on Deep Learning Learning Illumination Enhancement*”. Penelitian ini bertujuan untuk pelacakan otomatis terhadap mesin mesin yang berada di area konstruksi pada malam hari dengan menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang dikembangkan dalam penelitian ini mencapai tingkat keberhasilan pelacakan sebesar 95,1% dalam metrik *MOTA* dan 75,9% dalam metrik *MTOP*. Dibandingkan dengan metode dasar SORT, metode yang diusulkan telah meningkatkan tingkat ketangguhan pelacakan sebesar 21,7% dalam skenario konstruksi malam hari. Pendekatan yang diusulkan juga memiliki potensi untuk membantu dalam tugas pengawasan otomatis dalam konstruksi malam hari, dengan tujuan meningkatkan kinerja produktivitas dan keselamatan.
- 5) Bo Xiao, Xianfei Yin, dan Shih Chung kang (2021), dalam penelitian berjudul “*Vision Based Method of Automatically Detecting Construction Video Highlights by Integrating Machine Tracking and CNN Feature Extraction*”. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan deteksi kendaraan dan alat berat yang

berada di lingkungan proyek dan berguna untuk menganalisis produktifitas dan control keselamatan di area proyek menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Dari hasil analisis Pendekatan yang diusulkan diuji melalui dua studi kasus, yaitu skenario gerbang dan skenario pemindahan tanah. Dalam percobaan, metode tersebut mencapai tingkat presisi sebesar 89,2% dan tingkat penarikan kembali sebesar 93,3%, yang mengungguli metode berbasis fitur sebesar 12,7% dan 17,2% masing-masing pada tingkat presisi dan penarikan kembali. Selain itu, metode yang diusulkan juga berhasil mengurangi ruang penyimpanan digital yang dibutuhkan hingga sebesar 94,6%. Pendekatan ini menawarkan potensi manfaat bagi manajemen konstruksi dengan mengurangi secara signifikan ruang penyimpanan video yang diperlukan dan mengindeks rekaman video konstruksi secara efisien.

- 6) SangUk Han, dan Sang Hyun Lee (2023), dalam penelitian berjudul “*A Vision Based Motion Capture and Recognition Framework for Behavior Based Safety Management*”. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi pekerja yang berada di area konstruksi menggunakan gerak dan model kerangka menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dan *Recurrent Neural Networks (RNN)*. Dari hasil analisis Studi ini mengusulkan suatu kerangka kerja deteksi tindakan tidak aman berbasis visi yang digunakan untuk memantau perilaku. Kerangka kerja tersebut terdiri dari beberapa langkah, yaitu (1) identifikasi perilaku kritis yang tidak aman, (2) mengumpulkan kumpulan template gerakan yang relevan dan video dari lokasi tertentu, (3) mengekstraksi kerangka 3D dari video, dan (4) mendeteksi tindakan tidak aman menggunakan template gerakan dan model kerangka. Untuk membuktikan konsep, sebuah studi eksperimental dilakukan untuk mendeteksi tindakan tidak aman yang terjadi saat seseorang menaiki tangga (seperti menjangkau jauh ke samping) dengan menggunakan data gerakan yang diekstraksi dari video. Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa kerangka kerja yang diusulkan memiliki potensi yang baik dalam mendeteksi tindakan tidak aman yang telah ditentukan sebelumnya dalam video.

- 7) Weili Fang, Lieyun Ding, Botao Zhong, Peter E.D Love, dan Hanbin Luo (2018), dalam penelitian ini berjudul “*Automated Detection of Workers and Heavy Equipment on Construction Sites A Convolutional Neural Network Approach*”. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi alat berat dan pekerja yang berada di konstruksi secara real time dimana pemantauan dapat dilihat kapan saja dan dimana saja menggunakan metode *Region Convolutional Neural Network (RCNN)*. Dari hasil analisis Metode ini melibatkan beberapa tahap, yang pertama adalah membangun dataset yang mencakup pekerja dan alat berat untuk melatih *Convolutional Neural Network (CNN)*. Selanjutnya, peta fitur diekstraksi dari gambar menggunakan model yang kompleks. Setelah itu, proposal wilayah diambil dari peta fitur untuk fokus pada bagian penting dari gambar. Terakhir, dilakukan pengenalan objek untuk mengidentifikasi objek yang ada dalam gambar. Untuk menguji performa model dalam mendeteksi objek secara real-time, dibentuk dataset khusus untuk melatih model *IFaster R-CNN* agar dapat mengenali pekerja dan ekskavator, sebagai contoh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *IFaster R-CNN* memiliki kemampuan yang tinggi dalam mendeteksi keberadaan pekerja dan ekskavator, dengan tingkat akurasi mencapai 91% untuk pekerja dan 95% untuk ekskavator. Metode pembelajaran mendalam yang diusulkan dalam penelitian ini terbukti lebih akurat daripada metode deskriptor canggih yang telah ada saat ini dalam mendeteksi objek target pada gambar. Hal ini menunjukkan potensi besar dari *IFaster R-CNN* sebagai pendekatan yang efisien dan andal dalam mendeteksi objek secara real-time pada aplikasi yang berkaitan dengan pekerja dan alat berat.
- 8) Yiheng Wang, Bo Xiao, Ahmed Bouferguene, Mohammed Al – Hussein, dan Heng Li (2022), dalam penelitian ini berjudul “*Vision – Based Methods for Semantic Information Extraction in Construction by Integrating Deep Learning Object Detecion and Image Captioning*”. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi aktivitas pekerja dengan menggunakan gerak tubuh yang berada pada area konstruksi dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* . Dari hasil analisis dalam pendekatan yang diusulkan, deteksi

objek digunakan sebagai encoder untuk mengambil peta fitur dari zona objek konstruksi dan gambar secara keseluruhan. Selanjutnya, keterangan gambar dipilih sebagai decoder untuk mengambil informasi semantik dari gambar tersebut. Sebagai langkah lanjutan, telah diusulkan metode pasca-pemrosesan untuk menguraikan informasi semantik menjadi format grafik, sehingga memudahkan aksesibilitas dan visualisasi yang lebih baik. Dalam percobaan, metode yang diusulkan telah mencapai tingkat Consensus-based Image Description Evaluation (CIDEr) sebesar 1,84. Dengan mengadopsi pendekatan ini, informasi semantik di balik gambar konstruksi dapat disajikan kepada manajer konstruksi untuk membantu mereka dalam pengambilan keputusan. Hal ini membuka potensi baru dalam menyajikan data yang lebih kaya secara visual dan memudahkan pemahaman serta analisis yang lebih baik dalam konteks konstruksi.

- 9) Rui Duan, Hui Deng, Mao Tian, Yichuang Deng, dan Jiarui Lin (2022), “*SODA: A Large – Scale Open Site Object Detection Dataset for Deep Learning in Construction*”. Penelitian ini bertujuan untuk memantau pekerja dan alat pada proyek dengan menggunakan metode *Site Object Detection Dataset (SODA)*. Dari hasil analisis pengembangan dan rilis sebuah kumpulan data gambar berskala besar yang secara khusus dikumpulkan dan dianotasi untuk lokasi konstruksi. Kumpulan data ini disebut sebagai Situs Object Detection Dataset (SODA), yang mencakup 15 kelas objek yang dikategorikan berdasarkan pekerja, material, mesin, dan tata letak. Lebih dari 20.000 gambar telah berhasil dikumpulkan dari berbagai lokasi konstruksi, mencakup berbagai situasi, kondisi cuaca, dan fase konstruksi yang berbeda, sehingga mencakup berbagai sudut dan perspektif. Analisis statistik menunjukkan bahwa kumpulan data ini berkembang dengan baik dan memiliki volume yang cukup besar, serta memiliki keragaman yang memadai. Hasil evaluasi lebih lanjut menggunakan dua algoritma deteksi objek berbasis pembelajaran mendalam yang banyak diadopsi, menunjukkan bahwa kumpulan data ini valid dan kelayakannya terbukti, dengan mencapai tingkat akurasi maksimum hingga 81,47%. Penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan kumpulan data gambar berskala

besar yang terbuka untuk industri dan perangkat konstruksi, yang dapat digunakan sebagai benchmark kinerja untuk evaluasi lebih lanjut terhadap algoritma-algoritma yang relevan dalam deteksi objek pada lokasi konstruksi.

- 10) Muhammad Nurseto (2023), dalam penelitian berjudul “Identifikasi Posisi Tubuh Pekerja dalam Pemasangan Bata dengan Menggunakan Metode *YOLO* Pada Proyek Pembangunan Muhammadiyah Boarding School”. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi posisi tubuh pekerja dalam melakukan pekerjaan pemotongan bata dan pemasangan bata dengan menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)*. Dari hasil analisis diketahui Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *You Only Look Once (YOLO)* dapat mendeteksi gerak tubuh pekerja dalam memotong bata dengan tingkat akurasi yang berbeda tergantung pada jarak dan posisi kamera. Pada deteksi gerakan memotong bata dengan acuan posisi kamera, akurasi rata-rata tertinggi adalah 81% ketika kamera berada di samping pekerja. Sedangkan, dengan memperhatikan acuan jarak, akurasi rata-rata tertinggi adalah 81,6%. Video diambil dari berbagai sudut, yaitu belakang, depan, dan samping, dengan jarak kamera pada objek pengamatan sebesar 3m, 4m, dan 5m. Pada pekerjaan memasang bata, tingkat akurasi lebih tinggi ketika kamera menghadap belakang pekerja daripada ketika kamera berada di samping pekerja. Akurasi tertinggi pada pekerjaan memasang bata terjadi pada jarak 3m dengan nilai 68,6%, sedangkan pada acuan posisi, akurasi tertinggi adalah 68% saat posisi pekerja menghadap belakang kamera.

Penelitian terdahulu fokus pada pemantauan progres konstruksi secara keseluruhan dengan metode otomatis, sedangkan penelitian ini berfokus pada deteksi gerakan tubuh pekerja dalam aktivitas memasang dan memotong bata. Metode penelitian terdahulu menggunakan *CNN*, machine learning, dan pengolahan citra untuk menganalisis data progres konstruksi, sedangkan penelitian ini menggunakan teknik pengolahan citra dan metode *YOLO* untuk meningkatkan akurasi deteksi gerakan tubuh pekerja dalam aktivitas tersebut. Lingkup aplikasi penelitian terdahulu lebih luas, sementara penelitian ini lebih spesifik dalam aktivitas memasang dan memotong bata serta memiliki fokus, tujuan, dan metode yang berbeda.

## **BAB III**

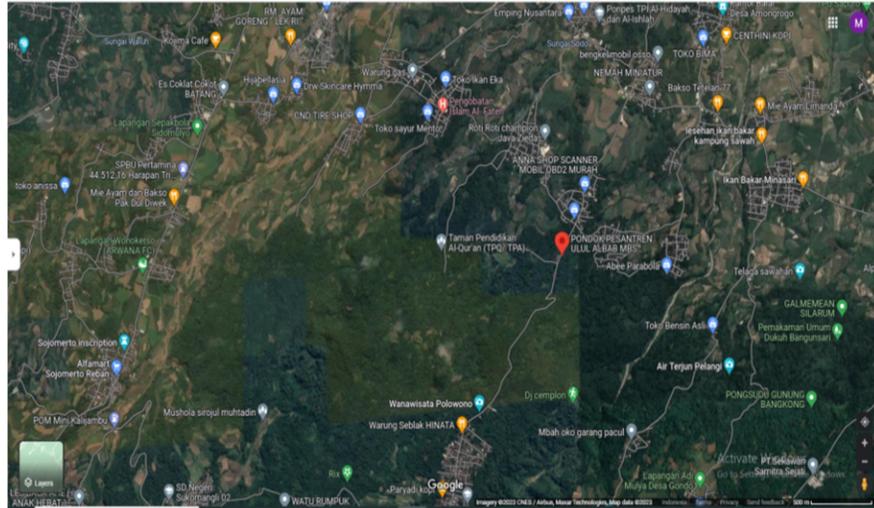
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Gambaran Umum**

Penelitian ini merupakan analisa tentang pemantauan gerak tubuh suatu pekerja dengan menggunakan suatu alat atau metode kamera yang bekerja pada struktur bangunan atau objek pekerja tersebut. Pemodelan yang digunakan untuk meneliti gerak tubuh pekerja dalam pemasangan bata pada struktur bangunan Pondok Pesantren Muhammadiyah Boarding School Limpung adalah dengan metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Kasiram, 2008). Pengolahan data dilakukan setelah mendapatkan rekaman yang berhasil di dapatkan dengan menggunakan kamera smartphone, menggunakan software coding untuk memodelkan hasil dari rekaman pekerja yang didapat. Setelah mendapatkan hasil dari pemodelan coding, analisis dilanjutkan dengan identifikasi gerak tubuh pekerja dalam pemasangan bata.

#### **3.2 Lokasi dan Waktu Pengambilan Data**

Lokasi penelitian dilaksanakan di proyek pembangunan Pondok pesantren Ulul Albab Muhammadiyah Boarding School Jl. Cokronegoro No. 34B, Kecamatan Limpung, Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 februari hingga 28 februari 2022 dan dilakukan pada jam kerja yaitu pukul 09.00 – 16.00. Dimana penelitian ini berlangsung selama 6 jam setiap harinya selama 10 hari.

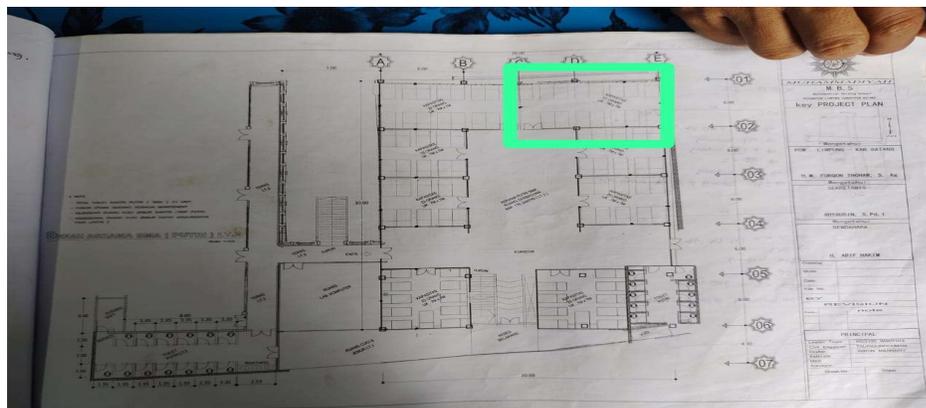


Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Survei Lokasi dan Perijinan

Survey lokasi penelitian dilaksanakan guna menentukan lokasi objek penelitian. Setelah melakukan survey dan menentukan objek penelitian dengan persetujuan dosen pembimbing skripsi, selanjutnya melakukan perizinan penelitian ditujukan pada Ketua Panitia Pembangunan Muhammadiyah Boarding School Limpung. Perizinan dilakukan untuk menentukan jadwal penelitian yang diajukan dan pelaksanaan penelitian sesuai dengan yang di rencanakan dan sesuai standar.



Gambar 3. 2 Denah yang diamati

Sumber : Dokumen peneliti

### 3.3.2 Instrumen Penelitian

#### a. Kamera Smartphone

- (1) Merek : Samsung Galaxy s8 plus
- (2) Fungsi : Merekam pekerjaan yang dilakukan pekerja dalam pemasangan bata
- (3) Spesifikasi : memiliki resolusi 1080 x 1920 pixel ( 367 ppi pixel density)



Gambar 3. 3 *Smartphone galaxy s8+*

*(sumber : google)*

#### b. Meteran

- (1) Merek : Sherlock
- (2) Fungsi : Mengukur luas ruangan pengamatan



Gambar 3. 4Meteran laser

( sumber : google)

c. Laptop

(1) Merek : ASUS

(2) Fungsi : Memproses pemodelan dan analisis dengan software dan perhitungan



Gambar 3. 5 Laptop

(Sumber : Google)

d. Tripod

(1) Merek : Takara

(2) Fungsi : Sebagai stand agar badan kamera bisa berdiri tegak

## Takara<sup>®</sup> ECO-183A



Gambar 3. 6 Tripod

(Sumber : Google)

### 3.3.3 Observasi dan Pengambilan Data Lapangan

#### a. Observasi dan pengamatan

Observasi dan pengamatan pekerjaan yang dilakukan pada pekerja untuk mendapatkan data primer dan sekunder yang akan digunakan untuk penelitian. Pengamatan gerak tubuh pekerja dalam pemasangan bata pada bangunan dilakukan dengan cara menggunakan kamera smartphome yang dipasang pada tripod serta pengukuran luas ruangan yang diukur dengan meteran laser, kemudian hasil tersebut dicatat pada catatan yang telah disediakan. Setelah itu hasil dari perekaman dapat dimodelkan menggunakan software *YOLO* dan identifikasi gerak tubuh pekerja dalam pemasangan bata dapat terlihat, sehingga dapat menganalisis efektivitas gerak tubuh pekerja tersebut.

Data lapangan yang dapat diambil berupa data primer dan skunder.

#### (1) Data Primer

##### (a) Data dimensi bangunan

Dimana data tersebut diperoleh langsung dari hasil pengukuran secara langsung di lapangan. Data tersebut meliputi panjang, lebar, tinggi bangunan, dan luas bangunan.

- (b) Data perekaman gerak tubuh pekerja dalam memasang bata
- (2) Data Sekunder
  - (a) Peta lokasi penelitian gedung Muhammadiyah Boarding School. Peta lokasi tersebut diperoleh dari hasil tangkapan satelit google maps.
  - (b) Jumlah pekerja yang di amatai
  - (c) Spesifikasi bahan yang digunakan dalam pekerjaan pemasangan dinding bata ringan di gedung Muhammadiyah Boarding School.

b. Wawancara

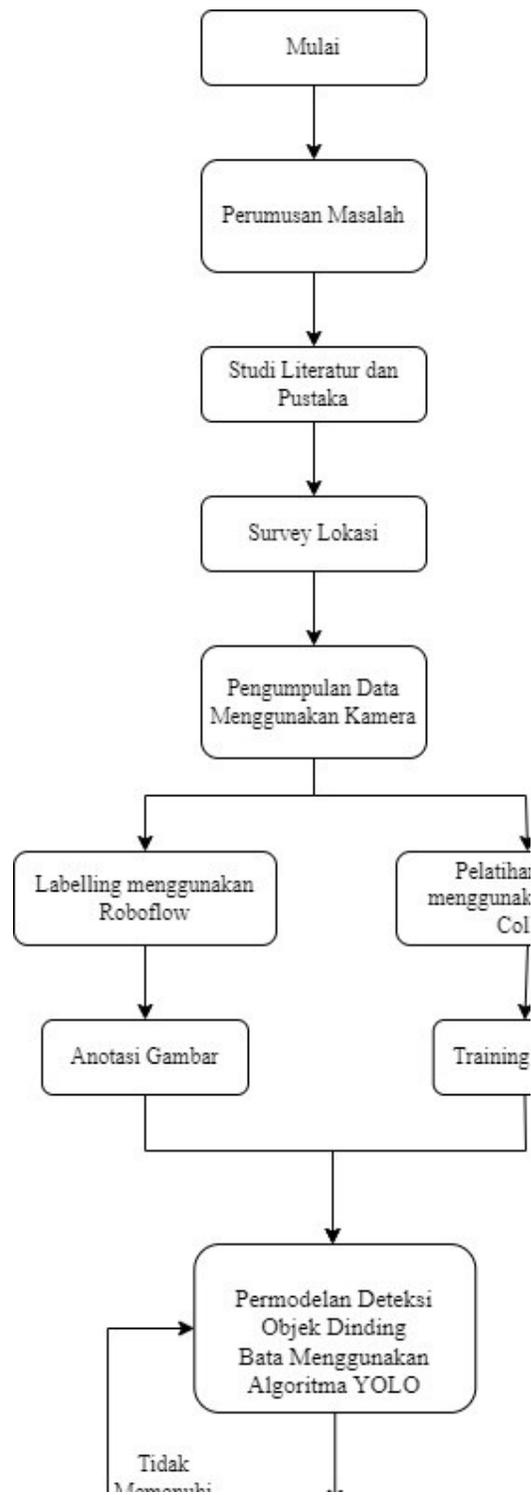
Wawancara dilakukan kepada pembimbing lapangan dan pihak – pihak yang mengetahui informasi yang berkaitan dengan penelitian pada proyek pembangunan tersebut.

c. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan dilakukan untuk menunjang penelitian agar laporan dapat mencakup referensi yang dapat dipertanggung jawabkan. Studi kepustakaan mencakup karya tulis yang sudah terdahulu. Dimana data tersebut merupakan data sekunder dengan menggunakan studi literatur yang memiliki keterkaitan tentang apa yang dibahas. Dimana keterkaitan tersebut yaitu tentang identifikasi gerak tubuh pekerja dalam pemasangan bata dengan metode *YOLO*.

Data yang telah didapatkan pada tahap observasi, pemantauan pekerjaan dengan kamera, wawancara, dan studi kepustakaan dapat dijadikan referensi untuk mulai menganalisa hasil dari perekaman kamera smartphone .

### 3.4 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 7 Flowchart penelitian

### 3.5 Metode Analisis

Untuk menganalisa pemantauan gerak tubuh pada pekerja, dilakukan dengan analisis menggunakan kamera smartphone. Pada penelitian ini, analisis dilakukan di ruangan yang telah ditentukan sebelumnya dengan memperhatikan pekerja di dalamnya. Ruangan tersebut memiliki ukuran panjang 10 meter, lebar 6 meter, dan tinggi 4 meter. Setelah mendapatkan data rekaman yang berupa foto dan video gerakan tubuh pekerja dalam pemasangan bata. Data tersebut diinput ke dalam algoritma pemrograman yang disebut *YOLO (You Only Look Once)*. Algoritma *YOLO* memungkinkan deteksi objek dalam data tersebut. sehingga identifikasi gerak tubuh pada pekerja dalam pemasangan bata dapat dilihat. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pendeteksian gerak tubuh pekerja dalam melakukan pemasangan bata.

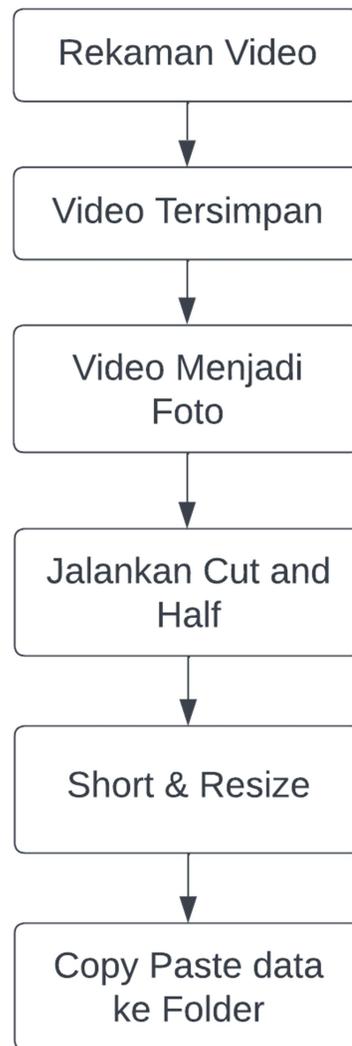
Pada pemodelan ini, hasil yang dimunculkan akan berbentuk deteksi gerak tubuh pekerja dalam pemasangan bata. Langkah langkah yang harus dilakukan untuk menganalisis objek dengan *YOLO* sebagai berikut :

#### 1) Pengumpulan data set

Pada tahap pengumpulan dataset ini merupakan langkah awal sebelum pengoperasian *YOLO* untuk mengenali objek yang harus dideteksi . Adapun cara untuk pengambilan data set yaitu dengan merekam video pengamatan gerak tubuh dalam memasang bata. Berikut merupakan dalam pengumpulan data set :

##### a. Pengambilan Sumber data Video

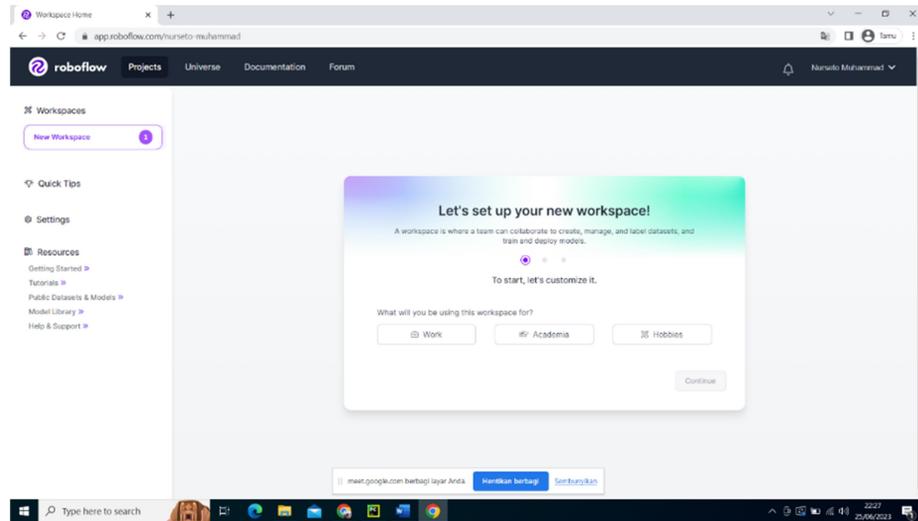
Diagram di bawah ini menggambarkan proses pengambilan sumber data berupa video yang digunakan sebagai langkah awal untuk melatih *YOLO* sebelum melakukan pelabelan gambar. Proses ini dilakukan dengan menggunakan alat pengelolaan video (*video management tools*) untuk mengambil sumber data video.



Gambar 3. 8 Flow pengambilan sumber data  
(Sumer: Olahan Pribadi)

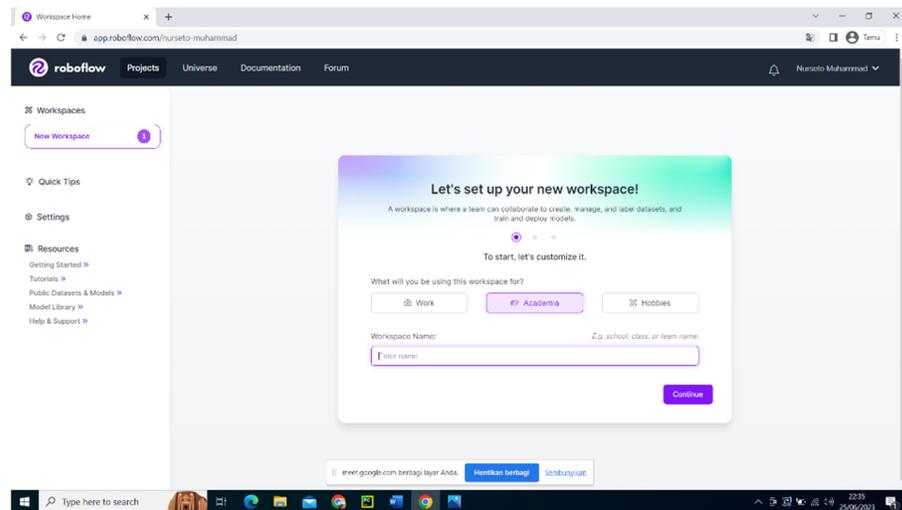
b. *Labelling images*

(1) Membuka aplikasi *roboflow* lalu login menggunakan email



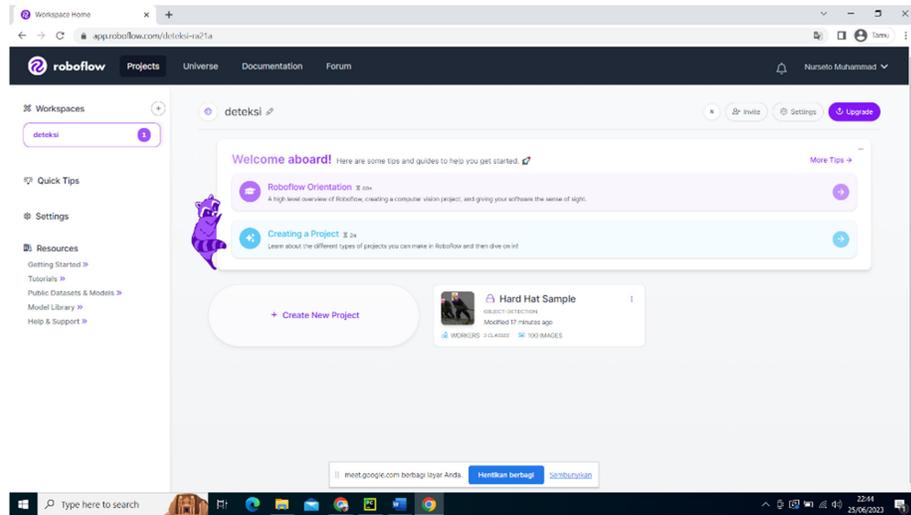
Gambar 3. 9 Membuka aplikasi Roboflow

(2) Memilih jenis workspace academia lalu memasukkan nama



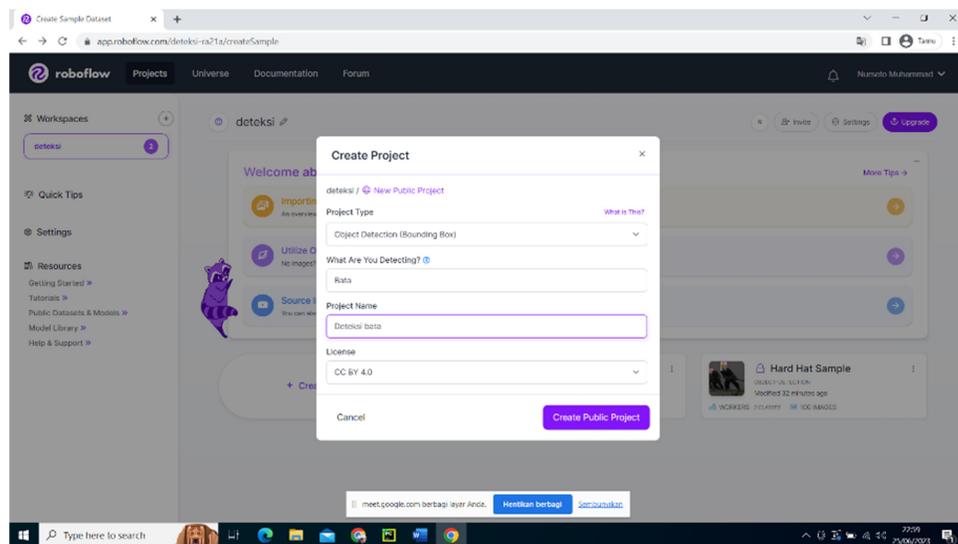
Gambar 3. 10 Memilih jenis workspace

(3) Jika sudah berhasil masuk maka tampilan akan berubah seperti gambar dibawah



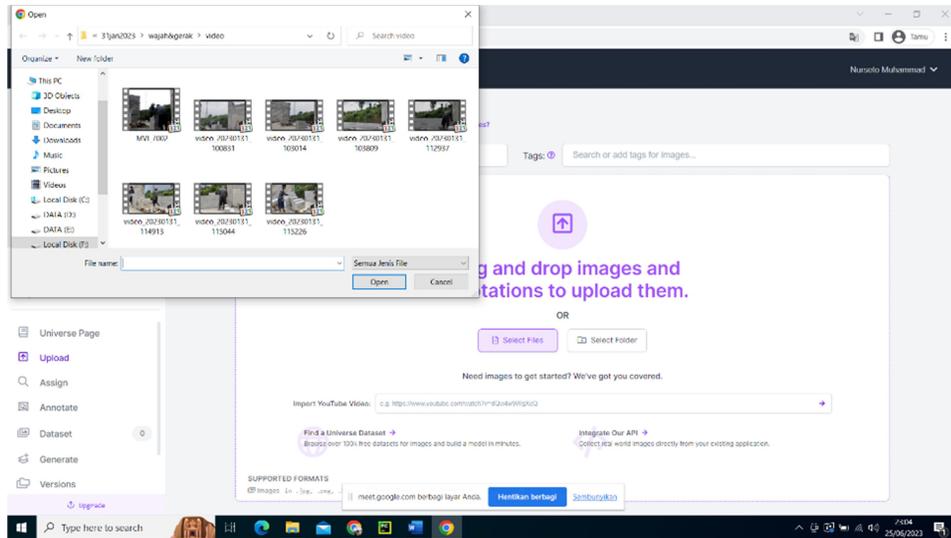
Gambar 3. 11 Tampilan menu roboflow

- (4) Kemudian memilih create project dengan mengisi project type, nama project, dan apa yang dideteksi.



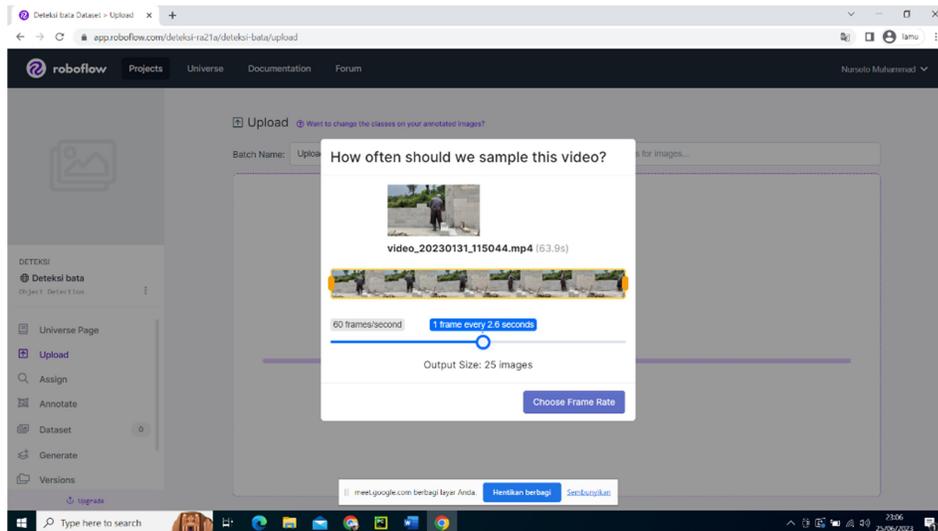
Gambar 3. 12 menu create project

- (5) Lalu memilih file yang akan di labelling



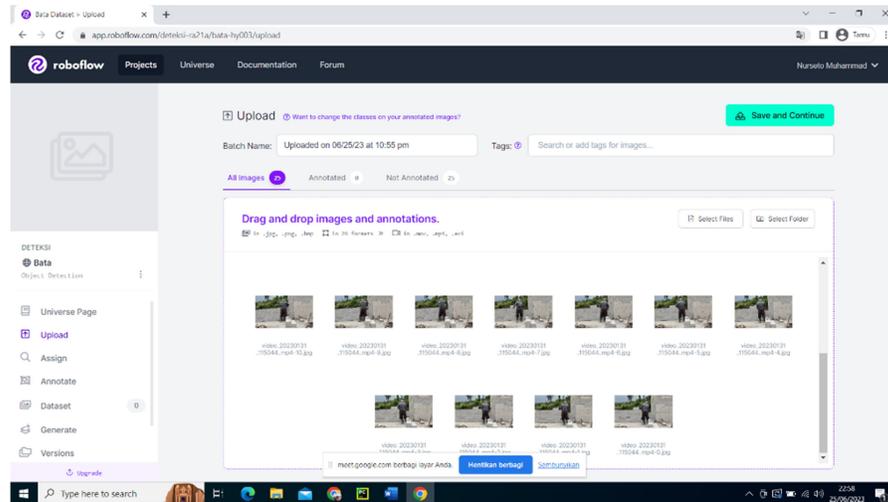
Gambar 3. 13 pilih file yang akan di labelling

(6) Menentukan jumlah *frame rate*



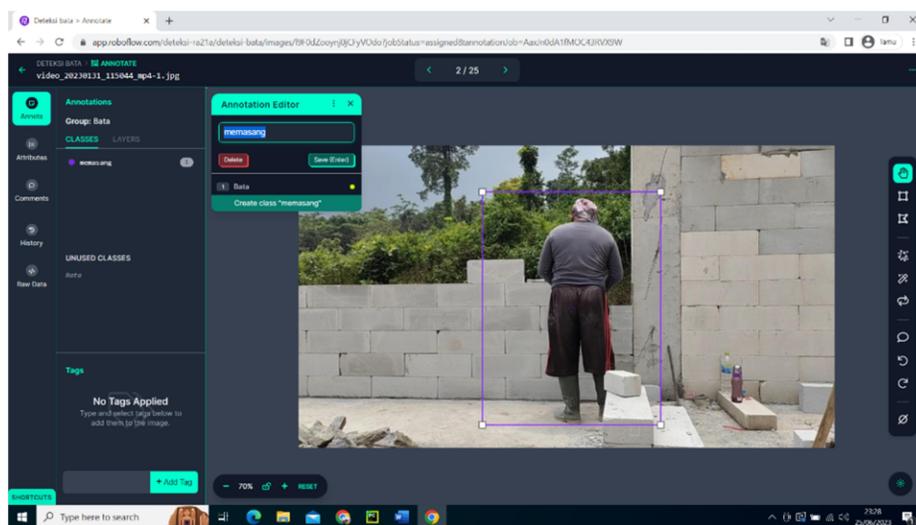
Gambar 3. 14 jumlah frame rate

(7) Setelah semua *frame rate* sudah terlihat lalu *save and continue*



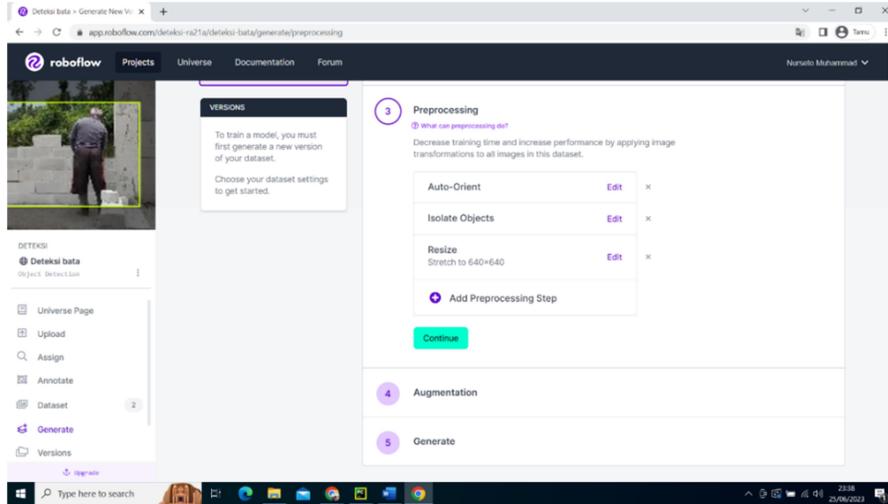
Gambar 3. 15 hasil frame rate

- (8) Setelah itu memulai anotasi pada objek yang telah ditentukan seperti gambar di bawah ini



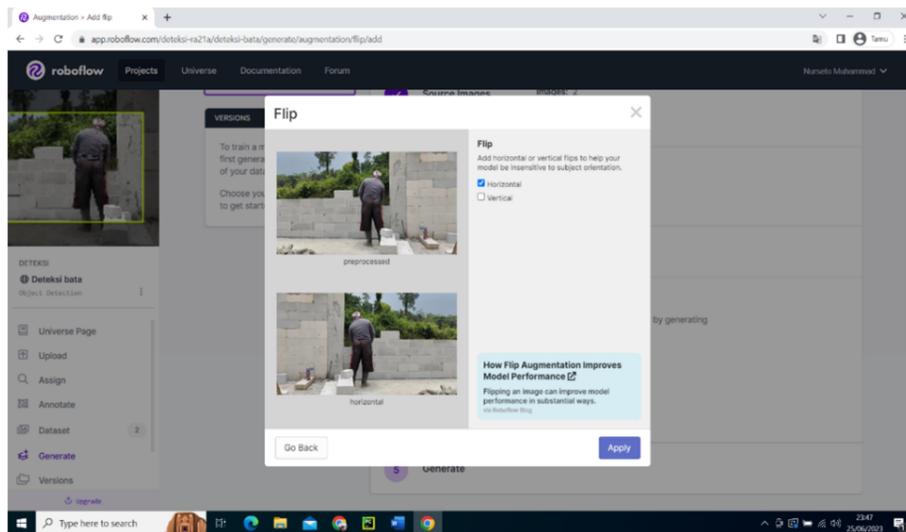
Gambar 3. 16 Anotasi objek

- (9) Setelah dataset tersimpan masuk ke menu generate untuk mengatur *preprocessing*, pada bagian tersebut memilih tipe *isolate objects*



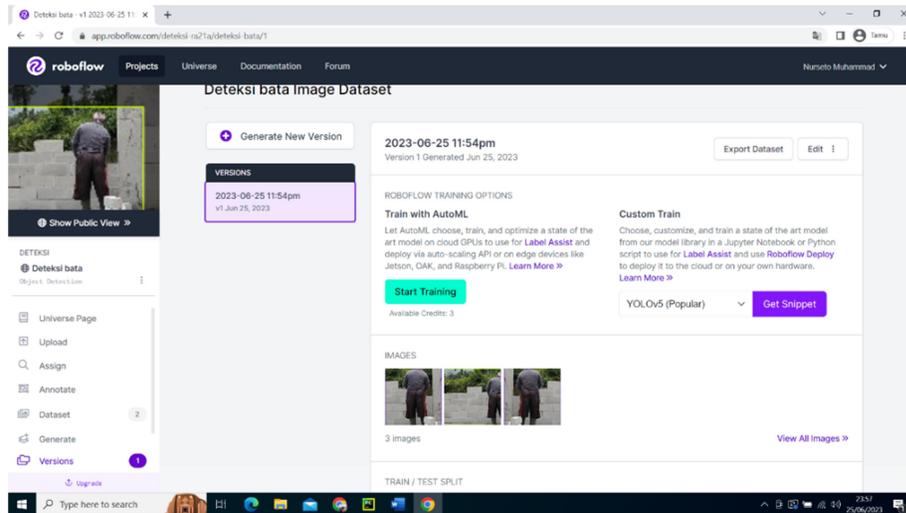
Gambar 3. 17 hasil Preprocessing

(10) Pada augmentation pilih tools *flip horizontal*



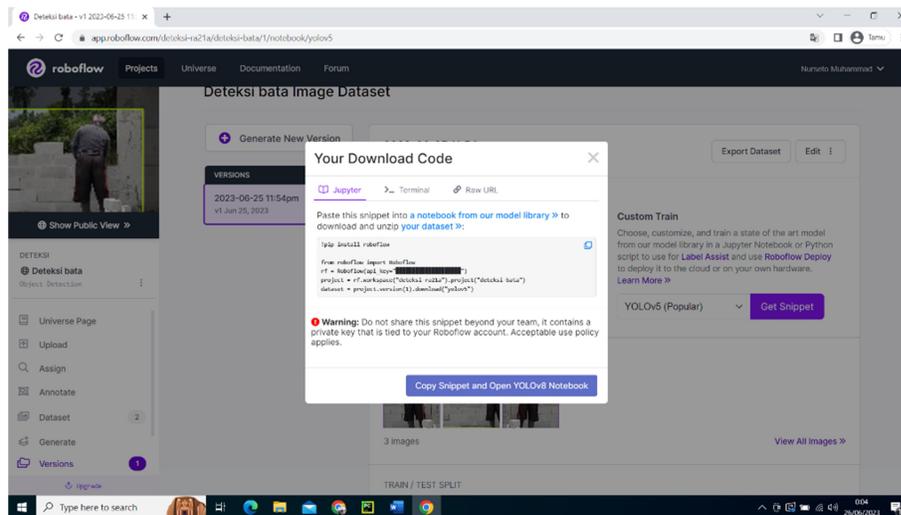
Gambar 3. 18 Pemilihan tools

(11) Selanjutnya pada menu generate pilih algoritma untuk me running, dimana yang kita gunakan adalah *YOLOv5*



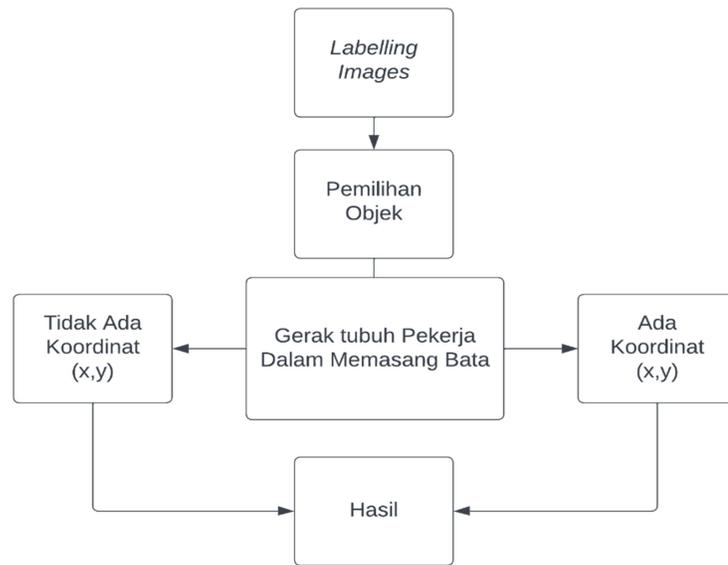
Gambar 3. 19 Menu generate

(12) Setelah itu copy code file yang tertera ke notepad untuk dipindahkan ke colabatory



Gambar 3. 20 code hasil generate

Diagram di bawah menunjukkan alur labelling gambar yang digunakan untuk mengumpulkan data pelatihan *YOLO*. Dalam proses ini, hasil labeling akan berupa koordinat (x, y) dari pemilihan titik dan pemberian nama yang diamati dari suatu gerak tubuh pekerja. Jika tidak ditemukan objek yang sudah ditentukan maka koordinat (x, y) tidak akan muncul atau tidak bisa mendeteksi gambar tersebut.



Gambar 3. 21 Flow labelling images

### b. Training YOLO

Data set yang telah ditentukan terdiri dari koordinat koordinat yang dihasilkan dari proses pelabelan gambar. Data ini kemudian digunakan untuk melatih YOLO agar dapat mengenali objek objek yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah itu terdapat jumlah data set masing masing yang nantinya akan di training lalu objek akan dikenali YOLO.

```

!cd /content/drive/MyDrive/YOLOv5_bata
/content/drive/MyDrive/YOLOv5_bata

!clone YOLOv5 and
!git clone https://github.com/ultralytics/yolov5 # clone repo
!cd yolov5
!pip install -q requirements.txt # install dependencies
!pip install -q roboflow

import torch
import os
from IPython.display import Image, clear_output # to display images

print(f"Setup complete. Using torch {torch.__version__} {(torch.cuda.get_device_properties(0).name if torch.cuda.is_available() else 'CPU')}")

Cloning into 'yolov5'...
remote: Enumerating objects: 15996, done.
remote: Counting objects: 100% (165/165), done.
remote: Compressing objects: 100% (80/80), done.
remote: Total 15996 (delta 100), reused 131 (delta 85), pack-reused 15831
Receiving objects: 100% (15996/15996), 14.58 MiB | 15.69 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (18974/18974), done.
/content/drive/MyDrive/YOLOv5_bata/yolov5
Setup complete. Using torch 2.0.1+cu118 (tesla t4)

!pip install flask requests black matplotlib numpy opencv-python Pillow PyYAML scipy torch torchvision tqdm tensorboard seaborn pandas thop

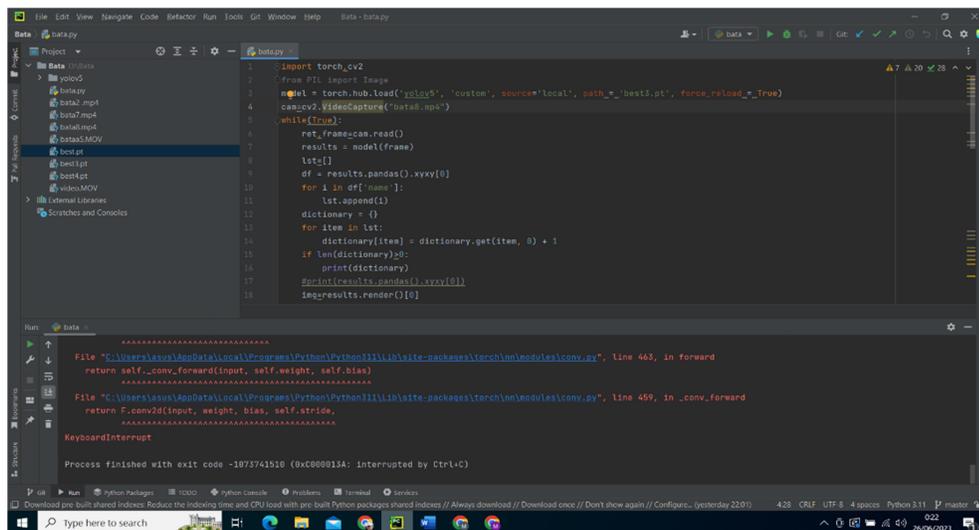
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://us-python.pkg.dev/colab-wheels/public/simple/
Requirement already satisfied: flask in /usr/local/lib/python1.10/dist-packages (2.2.4)
  
```

Gambar 3. 22 Proses training YOLO

- (1) Code 1 hingga code 3 yaitu mengimpor modul drive dari paket google colab yang diperlukan, menginstal dependensi, dan melakukan cloning repository *YOLOv5*.
- (2) Code 4 menginstal beberapa paket yang diperlukan untuk pengembangan, seperti Flask, numpy, opencv-python, torch, dan lainnya.
- (3) Code 5 hingga code 6 untuk menginstal paket roboflow, kemudian digunakan untuk mengunduh dataset yang akan digunakan untuk melatih model *YOLOv5*.
- (4) Code 7 untuk menetapkan variabel lingkungan “DATASET\_DIRECTORY” dengan direktori yang akan digunakan.
- (5) Code 8 untuk mencetak paket-paket yang terinstal beserta versinya
- (6) Code 9 menggunakan perintah “python” untuk menjalankan skrip pelatihan model *YOLOv5* dengan argumen yang ditentukan, seperti ukuran gambar, ukuran batch, jumlah epoch, file data, file bobot, serta opsi cache.
- (7) Code 10 hingga code 11 menggunakan TensorBoard untuk memantau pelatihan model *YOLOv5* dan melakukan deteksi objek pada gambar uji.
- (8) Code 12 menggunakan ‘glob.glob’ untuk mengambil nama file gambar JPG dalam direktori, selanjutnya menggunakan ‘display’ untuk menampilkan hasil deteksi objek pada semua gambar, serta menggunakan print(“\n”) untuk mencetak enter sebagai baris kosong setelah setiap gambar.
- (9) Code 13 yaitu untuk mengunduh bobot model dari direktori.
- (10) Code 14 untuk menginstal paket Flask dan dependensinya, mengautentikasi ngrok, serta mengimpor modul yang diperlukan.
- (11) Code 15 menggunakan ‘%cd’ untuk mengubah direktori saat ini ke direktori yang berisi project aplikasi web.
- (12) Code 16 untuk menginstal paket ‘requests’.
- (13) Code 17 adalah implementasi aplikasi web menggunakan Flask, untuk mendefinisikan rute-rute yang akan merender template HTML, serta mengaktifkan streaming video menggunakan model *YOLOv5*.
- (14) Code 18 menggunakan ngrok untuk membuat URL public yang mengarahkan lalu lintas ke aplikasi web FLASK yang dijalankan pada port 80.

### c. Running *YOLO*

Setelah pengolahan training dilakukan dan dirasa cukup maka langkah selanjutnya merunning *YOLO* untuk mengetahui hasil. Jika gambar tersebut berhasil mendeteksi gerak tubuh pekerja. Seperti memotong bata, memasang bata dan memberi batas dalam pemasangan bata yang nantinya akan menghasilkan nilai confident bahwa gerakan tersebut betul. Namun, jika objek tersebut tidak dapat ditentukan maka akan menghasilkan nilai confident yang cukup kecil hingga tidak terdeteksi.



```

1 import torch, cv2
2 from PIL import Image
3 model = torch.hub.load('yolov5', 'custom', source='local', path='best.pt', force_reload=True)
4 camcv2.VideoCapture('bata8.mp4')
5 while(True):
6     ret, frame = cam.read()
7     results = model(frame)
8     lists = []
9     df = Results.pandas().xyxy[0]
10    for i in df['name']:
11        list.append(i)
12    dictionary = {}
13    for item in list:
14        dictionary[item] = dictionary.get(item, 0) + 1
15    if len(dictionary) > 0:
16        print(dictionary)
17    print(results.pandas().xyxy[0])
18    img = results.render()[0]

```

```

File "C:\Users\sisus\AppData\Local\Programs\Python\Python311\site-packages\torch\nn\modules\conv.py", line 465, in forward
    return self._conv_forward(input, self.weight, self.bias)
File "C:\Users\sisus\AppData\Local\Programs\Python\Python311\site-packages\torch\nn\modules\conv.py", line 459, in _conv_forward
    return F.conv2d(input, weight, bias, self.stride,
KeyboardInterrupt
Process finished with exit code -1073741510 (0xC000013A: Interrupted by Ctrl+C)

```

Gambar 3. 23 Proses running *YOLO*

### d. Postprocessing hasil deteksi

Setelah mendapatkan hasil deteksi dari model *YOLO*, langkah selanjutnya adalah melakukan postprocessing untuk menyaring dan mengatur hasil tersebut. Ini melibatkan tindakan seperti menghapus deteksi yang tidak relevan atau redundan, lalu menghilangkan kotak pembatas yang tumpang tindih, dan melakukan pemrosesan tambahan lainnya untuk mendapatkan hasil deteksi yang lebih akurat dan terstruktur. Berikut merupakan contoh hasil sebelum dilakukan postprocessing

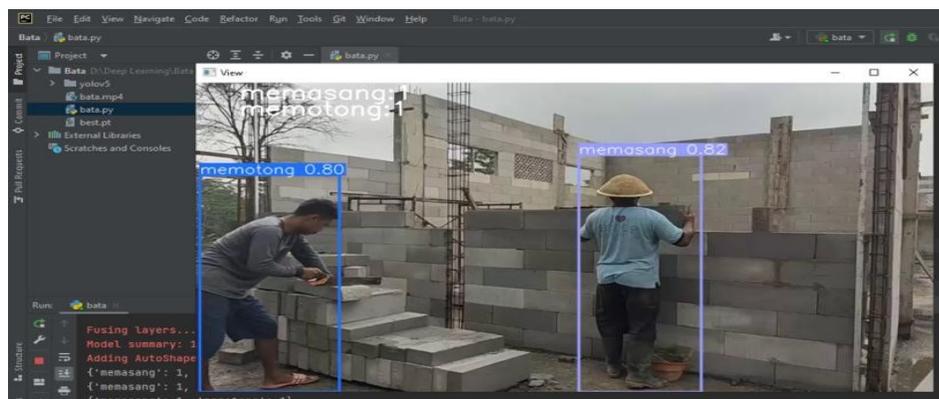


Gambar 3. 24 postprocessing hasil deteksi

Sumber: dokumen peneliti

e. Visualisasi hasil

Pada tahap ini disajikan hasil deteksi objek pada gambar atau video output dengan cara menampilkan bounding box, label kelas, dan informasi tambahan lainnya pada gambar atau video input. Hal ini dilakukan untuk memvisualisasikan objek yang terdeteksi dengan jelas.



Gambar 3. 25 Hasil visualisasi dari deteksi

Sumber : Dokumen peneliti

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Coding Menggunakan Algoritma *YOLO*

Merupakan sebuah metode atau pendekatan dimana berfungsi untuk mendeteksi objek gambar digital. Sistem pendeteksian yang dilakukan adalah menggunakan *repurpose Classifier* (pengklasifikasian ulang) atau localizer untuk melakukan deteksi, sebuah model diterapkan pada citra di beberapa lokasi dan skala (Sisco Jupiyandi, 2019). Sesuai metode di atas, penelitian ini akan mendeteksi gerak tubuh menggunakan kamera sehingga objek dapat di deteksi lebih cepat. *YOLO* menggunakan pendekatan jaringan saraf tiruan (JST) untuk mendeteksi objek pada sebuah citra. Jaringan ini membagi citra menjadi beberapa wilayah dan memprediksi setiap kotak pembatas dan probabilitas untuk setiap wilayah. Kotak-kotak pembatas ini kemudian dibandingkan dengan setiap probabilitas yang diprediksi.

#### 4.2 Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memotong Bata

Pengujian akurasi deteksi gerak tubuh dengan menggunakan metode *YOLO* sangat bergantung pada kualitas dataset, representasi objek gerak dalam dataset, variasi gerakan tubuh, cahaya, kondisi lingkungan, dan pemilihan dan pengaturan model yang tepat. Dengan melakukan pengujian yang cermat dan menganalisis hasil dengan baik, maka akan mendapatkan hasil pengujian yang benar dan dalam mendeteksi gerak tubuh pekerja dengan menggunakan *YOLO*.

##### 4.2.1 Tujuan Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memotong Bata

Pada pengujian tingkat akurasi deteksi gerak tubuh menggunakan video rekaman dari handphone, dengan algoritma *YOLO* dalam memotong bata memiliki tujuan yaitu untuk memastikan bahwa sistem deteksi gerak dapat mengenali dan memotong gerakan tubuh yang relevan dengan akurasi tinggi dalam konteks pemotongan bata.. Pada pengujian ini, apabila dapat mendeteksi gerak tubuh pekerja maka sistem sebuah tanda berupa *rectangle* tepat pada tubuh pekerja.

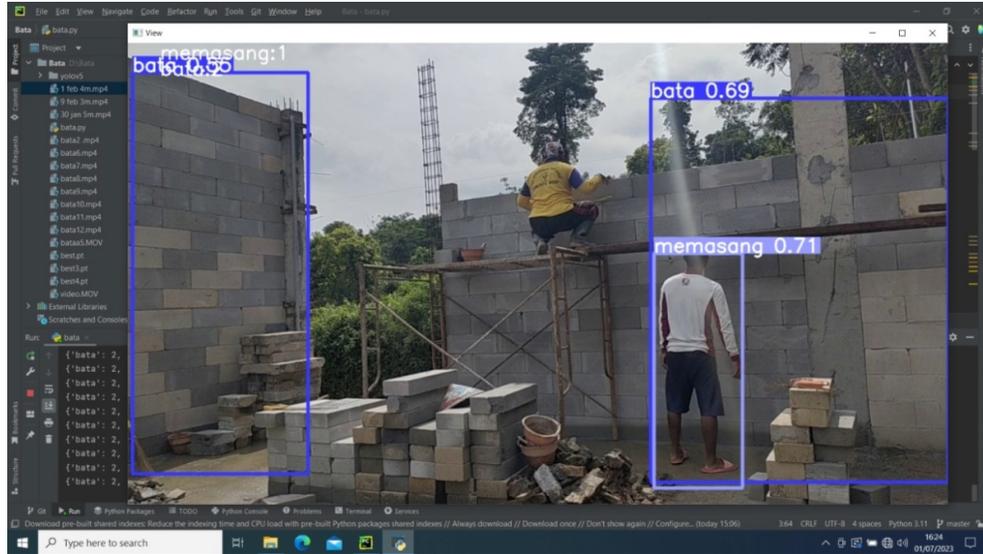
#### **4.2.2 Prosedur Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memotong Bata**

Dalam rangka menguji akurasi deteksi gerak tubuh, beberapa langkah perlu dilakukan agar kinerja program dapat dioptimalkan. Berikut ini adalah prosedur dan tahapan yang perlu diikuti:

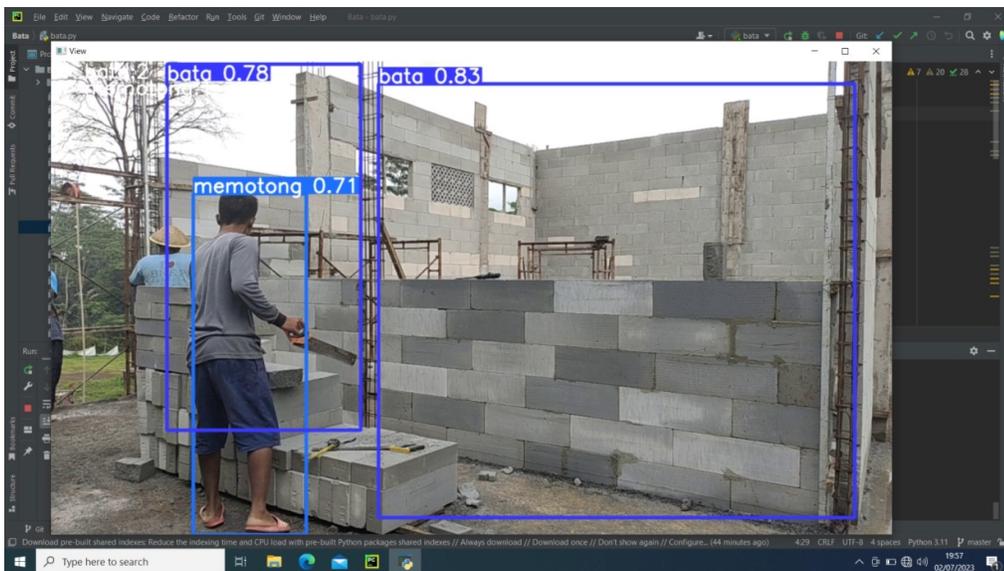
- 1) Membuat data pelatihan untuk mendeteksi gerakan tubuh pekerja. Setelah selesai, data tersebut disimpan dengan nama yang diinginkan dan berformat .weights.
- 2) Menyimpan data pelatihan ke dalam folder yang ditentukan, yaitu folder weights.
- 3) Memasukkan data pelatihan ke dalam program yang telah selesai dibuat dan memberikan nama sesuai keinginan, dengan ekstensi file \*.py.
- 4) Menjalankan program yang telah selesai dibuat.
- 5) Mengamati tingkat akurasi deteksi gerakan tubuh saat memasang bata, untuk menentukan apakah sudah akurat atau belum.

#### **4.2.3 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memotong Bata**

Pada hasil sistem deteksi gerak lebih akurat dalam mengenali gerakan memotong bata, tandanya adalah adanya perbedaan yang signifikan dalam akurasi atau metrik evaluasi antara kelas gerakan tersebut. Jika program tidak ditemukan error, maka akan menampilkan program yang diinginkan. Contoh hasil running program akurasi gerak tubuh pekerja dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4. 1 Hasil running program pengujian tingkat akurasi gerak tubuh pekerja



Gambar 4. 2 Tingkat akurasi deteksi gerak tubuh pekerja

(Sumber: Olahan Pribadi)

*Metode You Only Look Once (YOLO)* dalam hasil mendeteksi gerak tubuh pekerja pada kegiatan memotong bata dapat dilihat pada gambar diatas dengan memiliki tingkat keberhasilan dalam mengenali yang cukup tinggi. Dimana presentase angka yang tinggi menentukan tingkat akurasi sistem dalam

mendeteksi bahwa gerakan tersebut merupakan pekerja yang sedang memotong bata.

### **4.3 Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Dalam Memasang Bata**

Tingkat akurasi pengujian deteksi gerakan tubuh menggunakan metode *YOLO* sangat tergantung pada beberapa faktor, termasuk kualitas dataset, representasi objek gerakan dalam dataset, variasi gerakan tubuh, kondisi cahaya, lingkungan, serta pemilihan dan pengaturan model yang sesuai. Dengan melakukan pengujian secara teliti dan menganalisis hasil dengan baik, akan memungkinkan untuk memperoleh hasil pengujian yang akurat dan dapat diandalkan dalam deteksi gerakan tubuh pekerja dengan menggunakan *YOLO*.

#### **4.3.1 Tujuan Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memasang Bata**

Pada pengujian tingkat akurasi deteksi gerak tubuh menggunakan rekaman video dari perangkat ponsel, menggunakan algoritma *YOLO* dalam memotong bata memiliki tujuan untuk memverifikasi bahwa sistem deteksi gerak mampu mengenali dan memotong gerakan tubuh yang relevan dengan tingkat akurasi tinggi dalam konteks pemotongan bata. Dalam pengujian ini, jika sistem mampu mendeteksi gerakan tubuh pekerja, maka akan ditunjukkan oleh sebuah tanda berupa persegi panjang yang tepat pada tubuh pekerja.

#### **4.3.2 Prosedur Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memasang Bata**

Dalam rangka menguji akurasi deteksi gerak tubuh, ada beberapa langkah yang perlu dilakukan agar program dapat dioptimalkan. Berikut adalah prosedur dan tahapan yang perlu diikuti:

1) **Persiapan Data Pelatihan:**

Membuat dataset pelatihan yang berisi contoh-contoh gerakan tubuh pekerja. Setelah selesai, dataset tersebut disimpan dengan nama yang diinginkan dan dalam format `.weights`.

2) **Penyimpanan Data Pelatihan:**

Menyimpan dataset pelatihan ke dalam folder yang telah ditentukan, yaitu folder "weights".

3) Integrasi Data Pelatihan:

Memasukkan dataset pelatihan ke dalam program yang telah dibuat dan memberikan nama file sesuai keinginan, dengan ekstensi file \*.py.

4) Menjalankan Program:

Menjalankan program yang telah selesai dibuat untuk melakukan deteksi gerak tubuh.

5) Evaluasi Akurasi:

Mengamati tingkat akurasi deteksi gerak tubuh saat memasang bata, untuk menentukan apakah sudah akurat atau belum.

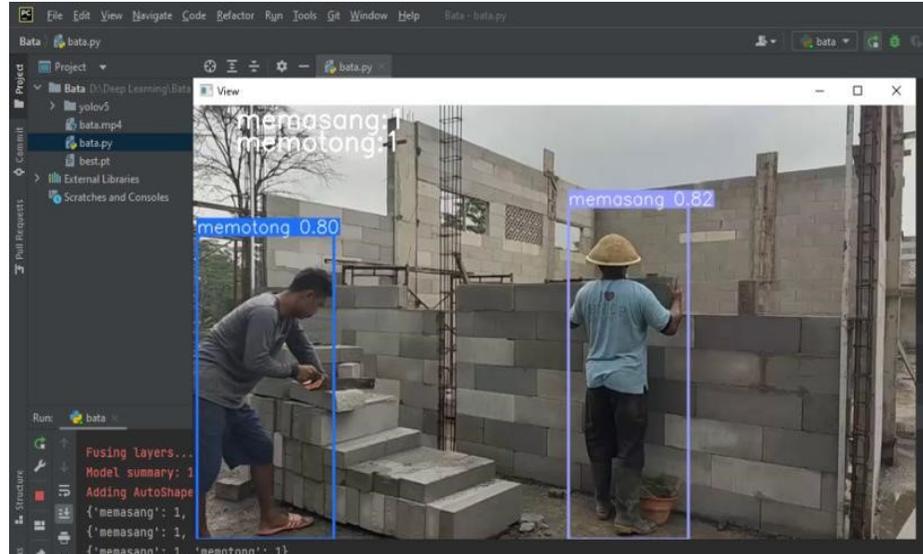
Dengan mengikuti prosedur dan tahapan tersebut, diharapkan dapat menguji akurasi deteksi gerak tubuh dengan optimal dan memperoleh pemahaman tentang sejauh mana sistem dapat mengenali gerakan tubuh pekerja.

#### 4.3.3 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Dalam Memasang Bata

Apabila sistem deteksi gerak lebih akurat dalam mengenali gerakan memasang bata, tanda-tandanya adalah terdapat perbedaan signifikan dalam akurasi atau metrik evaluasi antara kelas gerakan tersebut. Jika tidak ada kesalahan pada program, maka program yang diinginkan akan ditampilkan. Sebagai contoh, hasil running program dengan akurasi deteksi gerak tubuh pekerja dapat diperlihatkan dalam gambar sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Hasil running program pengujian tingkat akurasi gerak tubuh pekerja  
(sumber: Olahan Pribadi)



Gambar 4. 4 Tingkat akurasi deteksi gerak tubuh pekerja

(Sumber: Olahan Pribadi)

Gambar di atas menunjukkan hasil deteksi gerak tubuh pekerja pada kegiatan memotong bata menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)*. Dalam gambar tersebut, terlihat tingkat keberhasilan yang cukup tinggi dalam mengenali gerakan tubuh pekerja. Presentase angka yang tinggi menunjukkan tingkat akurasi sistem yang baik dalam mendeteksi bahwa gerakan tersebut memang dilakukan oleh seorang pekerja yang sedang memasang bata.

#### 4.4 Hasil Pengujian Berdasarkan video Tingkat Akurasi Deteksi Gerak Tubuh Dengan Metode *You Only Look Once*

##### 4.4.1 Deteksi Tubuh Dalam Memotong Bata Dengan Acuan Posisi Tubuh

Dalam proses deteksi gerakan tubuh pekerja saat memotong bata, terdapat beberapa acuan yang digunakan untuk pengambilan data guna menentukan tingkat akurasi. Salah satu acuan yang penting adalah sudut kamera. Penggunaan sudut kamera yang berbeda-beda dapat memberikan variasi sudut pandang yang berguna dalam evaluasi tingkat akurasi deteksi gerakan.

Tabel 4. 1 Data posisi tubuh dalam memotong bata

No	Pekerjaan	Posisi Tubuh	Deteksi		Keterangan
			Ya	Tidak	
1	Memotong bata	Samping	Ya		Mengenali
		Belakang	Ya		Mengenali

Sumber : Olahan pribadi

Dalam proses pengambilan data dari beberapa sudut dan posisi, terdapat prosedur dan pengujian yang perlu dilakukan. Penulis melakukan pengujian sejumlah kali menggunakan video yang telah diambil untuk memastikan adanya keseimbangan data. Prosedur pengambilan data melibatkan pengambilan video dari sudut kamera yang berbeda dan posisi yang bervariasi. Dalam setiap pengujian, video yang diambil direkam dengan seksama untuk mencakup berbagai gerakan tubuh pekerja yang relevan dengan kegiatan memotong bata. Pengujian dilakukan beberapa kali untuk memastikan bahwa dataset yang digunakan memiliki keseimbangan yang baik antara berbagai sudut dan posisi pengambilan data.

Dengan melakukan pengujian berulang, penulis dapat memverifikasi kualitas dan akurasi dataset yang digunakan dalam deteksi gerak tubuh. Langkah ini membantu meminimalkan bias dan memastikan bahwa sistem deteksi gerak dengan metode *YOLO* mampu mengenali gerakan tubuh pekerja secara efektif dan akurat dari berbagai sudut dan posisi.

Tabel 4. 2 Deteksi akurasi gerak dalam memotong bata dengan acuan posisi tubuh

No	Pekerjaan	Posisi	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Rata rata
1	Memotong bata	Samping	0,76	0,77	0,78	0,86	0,88	81 %
		Belakang	0,66	0,68	0,71	0,72	0,74	72 %

Dalam penelitian ini, dilakukan 5 percobaan untuk menguji akurasi deteksi gerak dalam melakukan pemotongan bata berdasarkan posisi pengambilan sudut menggunakan metode *YOLO*. Hasil percobaan menunjukkan tingkat akurasi yang meningkat dalam setiap percobaan, dimana pada posisi samping kamera nilai akurasi lebih tinggi dibandingkan pengambilan pada posisi kamera dibelakang pekerja . Berikut merupakan hasil rata rata presentase :

$$\text{Sudut akurasi deteksi posisi samping (\%)} = \frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$$

$$\frac{405}{5} \times 100\% = 81\%$$

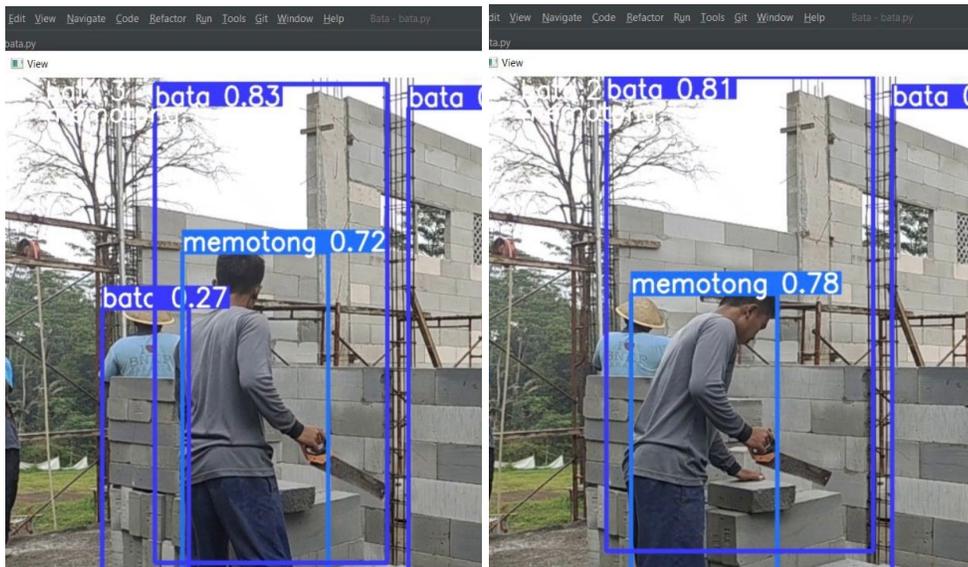
$$\text{Sudut akurasi deteksi posisi belakang (\%)} = \frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$$

$$\frac{351}{5} \times 100\% = 72\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi deteksi gerakan tubuh saat sudut membelakangi kamera cenderung lebih rendah dengan presentase sebesar 81 % dibandingkan saat sudut samping kamera yang memiliki nilai presentase 72 %. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam tingkat deteksi antara kedua sudut tersebut, dengan sudut samping kamera memberikan hasil yang lebih baik dalam mendeteksi gerakan tubuh pekerja. Hal ini menunjukkan pentingnya posisi dan sudut kamera dalam mempengaruhi akurasi deteksi gerak tubuh menggunakan metode *YOLO*. Pengamatan ini dapat menjadi pertimbangan penting dalam pengaturan kamera dan pemosisian objek pengamatan untuk mencapai hasil

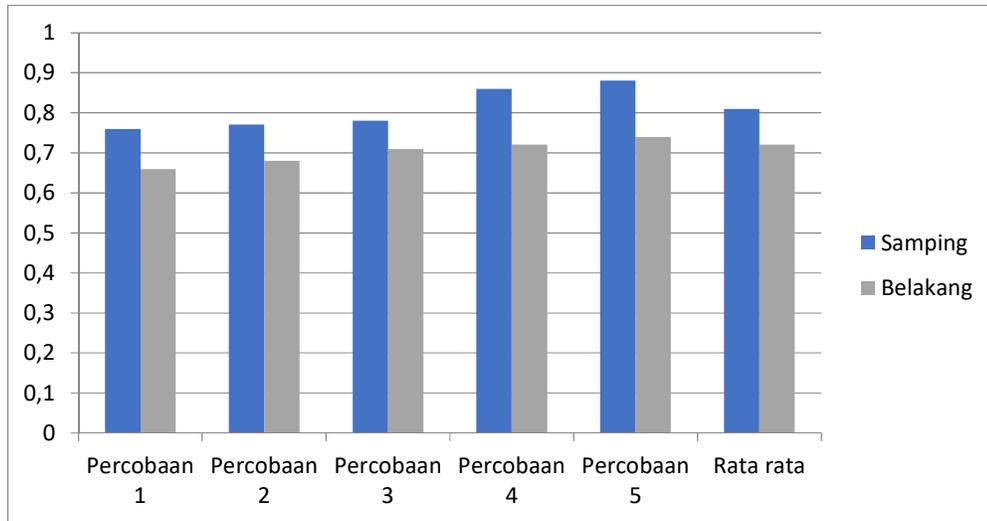
deteksi yang optimal. Keberhasilan ini memberikan keyakinan bahwa metode *YOLO* dapat menjadi solusi yang handal dalam mendukung proses pemotongan bata dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Berikut merupakan hasil dari deteksi gerak tubuh dalam memotong dengan acuan posisi tubuh :



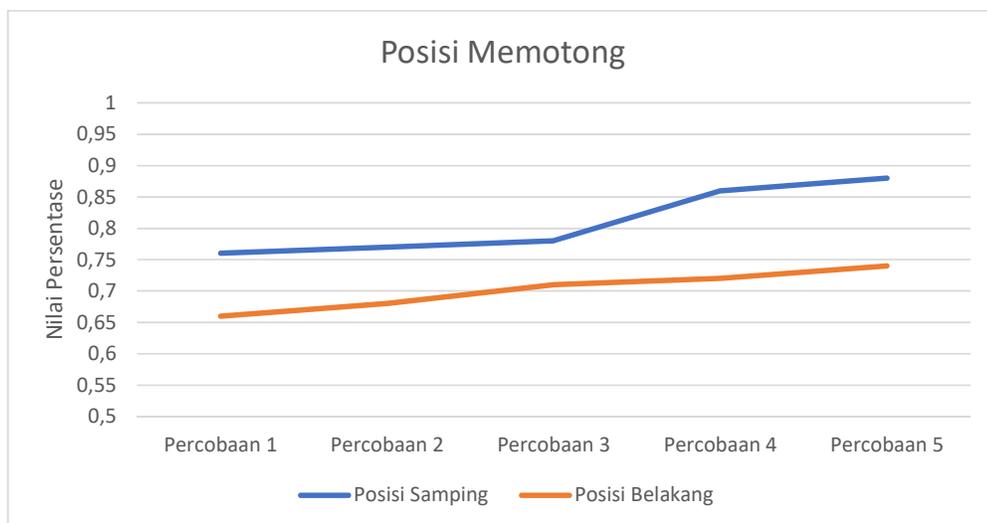
*Gambar 4. 5 Hasil contoh pengambilan data dengan kamera dari berbagai sudut dan posisi (Sumber : Olahan pribadi)*

Dari data yang diambil pada gambar 4.5, terlihat bahwa presentase tinggi terjadi ketika posisi pekerja berada pada samping kamera pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa deteksi gerak tubuh pekerja memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi pada sudut pengambilan data tersebut. Oleh karena itu bahwa pada setiap sudut pengambilan data, terdapat perbedaan presentase data yang terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa sudut pengambilan data dapat memengaruhi performa deteksi gerak tubuh dengan metode *YOLO*. Dengan mengevaluasi data dari berbagai sudut, dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang tingkat akurasi deteksi gerak tubuh pekerja dalam konteks pemotongan bata.



Gambar 4. 6 Perbandingan akurasi

Sumber : Olahan pribadi



Gambar 4. 7 Kurva perbandingan akurasi

Sumber : Olahan pribadi

Dari diagram dan kurva diatas pada posisi samping memiliki nilai yang lebih tinggi pada setiap percobaan. Dengan nilai terkecil pada setiap percobaan yaitu 0,76 dan yang tertinggi yaitu pada percobaan ke 5 dengan nilai akurasi sebesar 0,88. Pada setiap percobaan juga memiliki grafik yang terus meningkat dalam mendeteksi nilai akurasinya. Sedangkan pada posisi belakang memiliki nilai akurasi yang lebih kecil dibandingkan pada posisi samping. Dimana pada

percobaan 1 nilai akurasi sebesar 0,66 dan pada percobaan ke 5 memiliki nilai akurasi lebih besar dibandingkan percobaan lainnya yaitu 0,74. Pada posisi pengambilan dari belakang ini menunjukkan grafik yang juga meningkat disetiap percobaan nya.

Sehingga dapat disimpulkan posisi pengambilan berperan penting dalam mendeteksi akurasi, dimana hal itu dapat mempengaruhi gambar yang dihasilkan guna mendeteksi gerak pekerja.

#### 4.4.2 Deteksi Gerak Tubuh Dalam Memotong Bata Dengan Acuan jarak Kamera

Dalam melaksanakan proses deteksi gerak tubuh saat memotong bata, terdapat beberapa referensi yang harus dipertimbangkan dalam pengambilan data guna meningkatkan akurasi menggunakan metode You Only Look Once (*YOLO*). Salah satu faktor yang penting untuk dipertimbangkan adalah jarak antara objek dan kamera pengamatan. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan hasil pengamatan data dari jarak kamera pada saat pemantauan:

Tabel 4. 3 Data jarak deteksi gerak tubuh dalam memotong bata terhadap kamera

Percobaan	Jarak	Jarak		Keterangan
		Terdeteksi	Tidak	
1	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
2	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
3	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
4	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
5	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi

Sumber: Olahan Pribadi

Dalam prosedur pengambilan data, jarak kamera dari objek pengamatan adalah 3 meter, 4 meter, dan 5 meter. Data ini merupakan bagian dari prosedur dan pengujian yang dilakukan untuk pengambilan data. Selain itu, pada bagian ini penulis akan melakukan pengambilan data menggunakan cahaya yang cerah guna memastikan apakah metode *You Only Look Once (YOLO)* dapat mendeteksi gerak tubuh pekerja saat memotong bata dengan akurasi yang tinggi.

Tabel 4. 4 Tabel akurasi pengenalan dalam memotong bata dengan acuan jarak

Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Rata rata
3m	0,76	0,78	0,80	0,86	0,88	81,6 %
4m	0,66	0,68	0,71	0,72	0,74	70,2 %
5m	0,53	0,58	0,60	0,61	0,64	59,2 %

Dalam rangka penelitian ini, dilakukan 5 kali percobaan guna menguji tingkat akurasi deteksi gerak dalam memotong bata berdasarkan referensi jarak pada pengambilan data menggunakan metode *YOLO*. Hasil percobaan menunjukkan adanya peningkatan tingkat akurasi pada setiap percobaan yang dilakukan. Terlihat bahwa pada posisi jarak yang dijadikan acuan, terdapat presentase akurasi yang lebih tinggi pada jarak 3m dibandingkan dengan pengambilan data pada jarak 4 m dan 5 m dikarenakan jarak mempengaruhi dalam pengambilan data ini. Berikut adalah hasil rata-rata presentase yang diperoleh:

$$\text{Rata rata jarak akurasi deteksi acuan jarak 3 m (\%)} = \frac{\text{juml terdeteksi}}{\text{jumla percobaan}} \times 100\% =$$

$$\frac{408}{5} \times 100\% = 81,6\%$$

$$\text{Rata rata jarak akurasi deteksi acuan jarak 4 m (\%)} = \frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$$

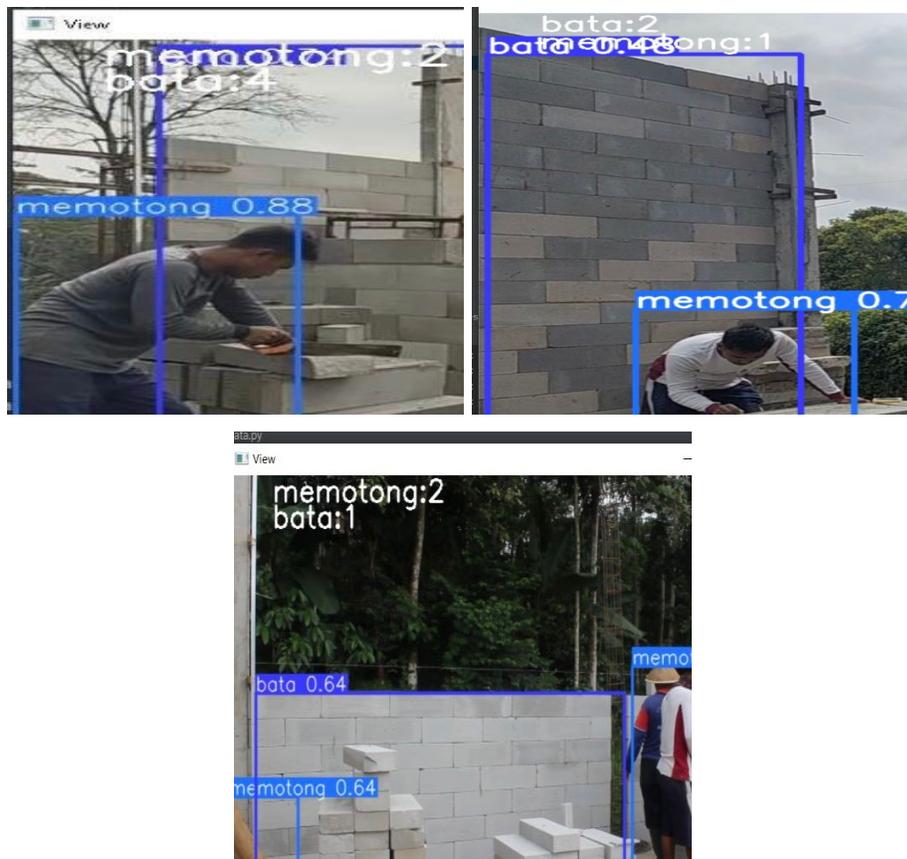
$$\frac{351}{5} \times 100\% = 70,2\%$$

$$\text{Rata rata jarak akurasi deteksi acuan jarak 5 m (\%)} = \frac{\text{juml terdeteksi}}{\text{jumla percobaan}} \times 100\% =$$

$$\frac{296}{5} \times 100\% = 59,2\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi deteksi gerakan tubuh saat jarak 3 meter mencapai presentase 81,6%, sedangkan saat jarak 4 meter presentasinya adalah 70,2%, dan semakin jauh pada jarak 5 meter, presentase deteksinya turun menjadi 59,2%. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam tingkat deteksi antara kedua jarak tersebut, dengan hasil yang lebih baik pada jarak yang lebih dekat. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya jarak pengambilan kamera dalam mempengaruhi akurasi deteksi gerakan tubuh menggunakan metode *YOLO*.

Untuk memberikan gambaran tentang hasil pengambilan data dari berbagai jarak tersebut, berikut ini adalah gambar yang menampilkan sample hasil pengambilan data:

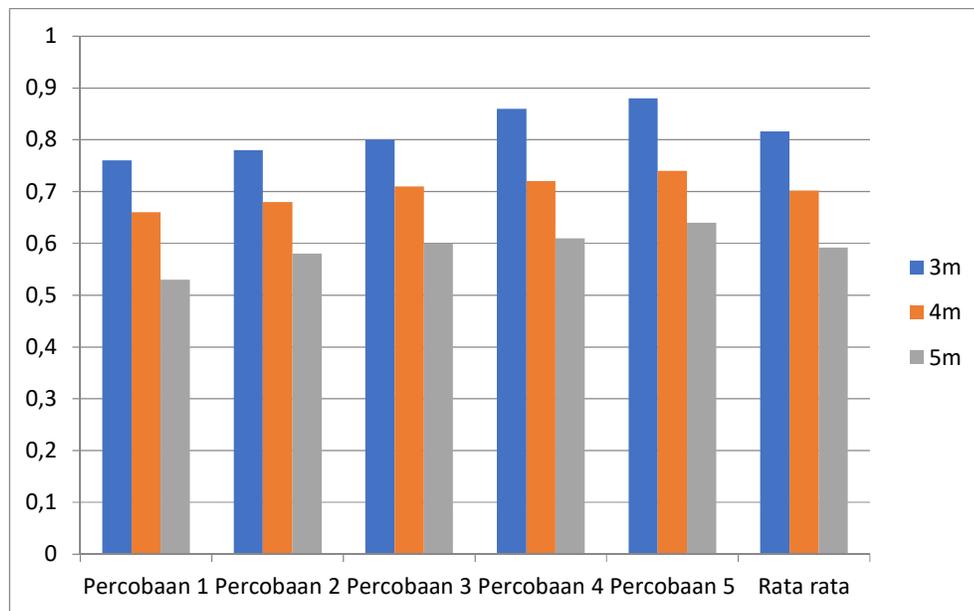


Gambar 4. 8 Sampel pengambilan data dengan jarak 3m, 4m, dan 5m

Sumber : Olahan pribadi

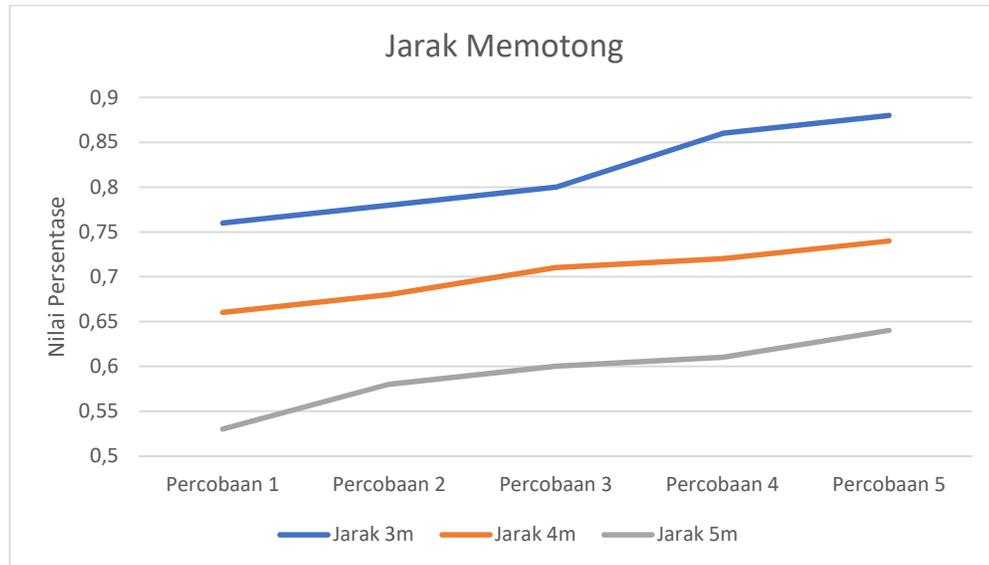
Dari hasil pengujian dan pengambilan data yang dilakukan dari berbagai posisi tubuh dan jarak pada kamera, terlihat bahwa metode You Only Look Once (*YOLO*) bekerja dengan sangat baik, menunjukkan tingkat akurasi dan deteksi yang tinggi. Proses deteksi gerak tubuh pekerja saat memotong bata dengan menggunakan metode *YOLO* berjalan dengan baik dan dapat diandalkan. Pada pengujian akurasi, juga terlihat bahwa presentase data yang terdeteksi berbeda-beda pada setiap jarak yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa performa deteksi gerak tubuh dengan metode *YOLO* dapat beradaptasi dengan baik terhadap perubahan jarak kamera, serta mampu mengenali gerakan tubuh pekerja secara akurat dalam konteks pemotongan bata.

Dengan hasil pengujian dan pengambilan data yang positif ini, dapat disimpulkan bahwa metode You Only Look Once (*YOLO*) merupakan pilihan yang efektif dalam deteksi gerak tubuh pekerja pada kegiatan memotong bata, dengan tingkat akurasi yang tinggi dan kemampuan deteksi yang baik.



Gambar 4. 9 Perbandingan akurasi berdasarkan jarak

Sumber : Olahan pribadi



Gambar 4. 10 Kurva perbandingan akurasi

Sumber : Olahan pribadi

Pada diagram dan grafik perbandingan akurasi dalam mendeteksi posisi tubuh pekerja dalam melaksanakan pemotongan bata berdasarkan acuan jarak. Nilai akurasi tertinggi berada pada jarak 3 m dengan nilai akurasi pada percobaan ke 1 yaitu 0,76 dan yang tertinggi pada percobaan ke 5 yaitu 0,88. Sedangkan nilai akurasi yang terkecil yaitu pada jarak 5 m dengan nilai akurasi pada percobaan ke 1 yaitu 0,53 dan pada percobaan ke 5 yaitu 0,64. Dimana pada kurva diatas jarak 4 m berada di tengah tengah dengan nilai akurasi lebih tinggi dibandingkan jarak 5 m dan lebih kecil dibandingkan jarak 3 m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa di setiap percobaan memiliki nilai akurasi yang selalu meningkat. Faktor jarak mempengaruhi hasil akurasi yang didapatkan, karena semakin jauh jarak kamera pengamatan dengan objek yang diamati akan menghasilkan gambar yang kualitasnya semakin rendah dibandingkan jarak yang terdekat.

#### 4.4.3 Deteksi Gerak tubuh Dalam Memasang Bata Dengan Acuan Posisi Tubuh

Mendeteksi gerak tubuh pekerja dalam memasang bata memiliki beberapa acuan yang digunakan dalam proses pengambilan data untuk menentukan tingkat akurasi, dimana sudut kamera adalah salah satu acuan yang digunakan.

Berikut merupakan tabel pengambilan data dari sudut kamera:

Tabel 4. 5 Data posisi tubuh dalam memasang bata

No	Pekerjaan	Posisi Tubuh	Deteksi		Keterangan
			Ya	Tidak	
2	Memasang bata	Samping	Ya		Mengenali
		Belakang	Ya		Mengenali

Sumber : Olahan Pribadi

Dalam proses pengambilan data tingkat akurasi posisi tubuh, ada beberapa prosedur dan pengujian yang dilakukan untuk pengambilan data. Dimana pengambilan data juga dimulai dari gerakan yang tidak dikenali hingga akhirnya gerak tubuh pekerja dapat di deteksi. Pada pengujian ini pekerja menjadi responden utama dalam mendeteksi gerak tubuh pada saat memasang bata. Sehingga penulis dapat mengumpulkan dan mendapatkan tingkat akurasi dalam mendeteksi gerak tubuh pekerja.

Tabel 4. 6 Deteksi akurasi gerak dalam memasang bata dengan acuan posisi tubuh

No	Pekerjaan	Posisi	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Rata rata
1	Memasang bata	Samping	0,53	0,54	0,57	0,61	0,66	58,2 %
		Belakang	0,58	0,63	0,66	0,71	0,82	68 %

Dalam penelitian ini, dilakukan 5 kali percobaan untuk menguji deteksi gerakan tubuh dalam pemasangan bata. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada posisi kamera yang membelakangi pekerja, terdapat peningkatan nilai akurasi deteksi yang signifikan dibandingkan dengan posisi kamera di samping pekerja. Dalam setiap percobaan, deteksi gerakan tubuh pada posisi kamera membelakangi

menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa sudut pandang dari belakang memberikan keunggulan dalam mendeteksi gerakan tubuh pekerja dengan lebih baik. Berikut merupakan hasil rata rata presentase :

rata rata sudut akurasi deteksi posisi samping (%) =  $\frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$

$$\frac{291}{5} \times 100\% = 58,2 \%$$

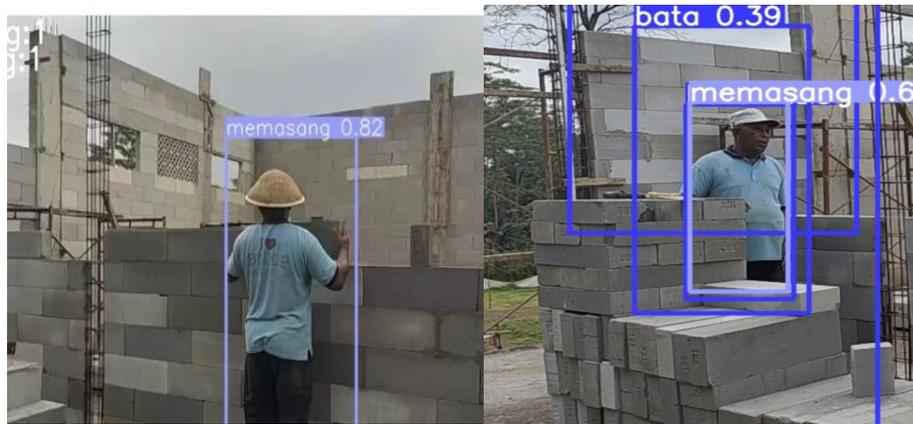
Sudut akurasi deteksi posisi belakang (%) =  $\frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$

$$\frac{340}{5} \times 100\% = 68 \%$$

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam tingkat akurasi deteksi gerakan tubuh tergantung pada sudut pengambilan kamera. Ketika sudut kamera membelakangi pekerja, ditemukan bahwa akurasi deteksi gerakan tubuh mencapai presentase sebesar 68%. Hal ini menunjukkan bahwa sudut membelakangi kamera dapat memberikan informasi visual yang lebih jelas dan memberikan tampilan yang lebih optimal untuk mendeteksi gerakan tubuh pekerja. Dalam kondisi ini, kemungkinan terjadinya kesalahan atau kehilangan deteksi gerakan tubuh menjadi lebih rendah, sehingga tingkat akurasi meningkat.

Di sisi lain, saat sudut kamera berada di samping pekerja, hasil pengujian menunjukkan presentase akurasi deteksi gerakan tubuh sebesar 58,2%. Meskipun masih menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi, terdapat perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan sudut membelakangi kamera. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti sudut pandang yang kurang optimal atau objek penghalang yang dapat mempengaruhi pengenalan gerakan tubuh. Oleh karena itu, pemilihan sudut pengambilan kamera yang tepat sangat penting dalam meningkatkan akurasi deteksi gerakan tubuh menggunakan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

Berikut merupakan hasil dari pengambilan data dengan responden utama yaitu pekerja bangunan :

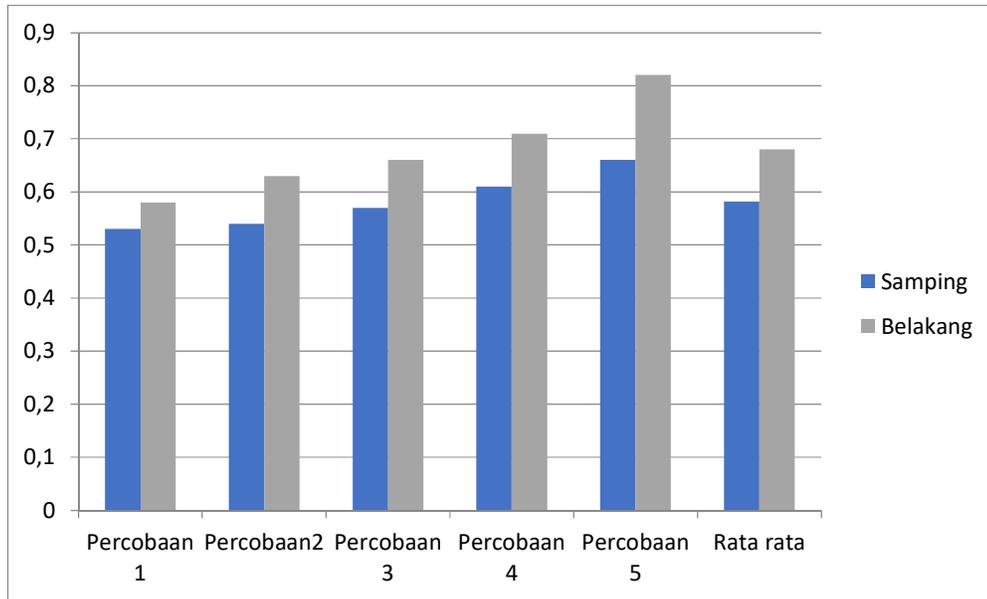


Gambar 4. 11 Hasil dari pengambilan data dengan kamera dari berbagai posisi

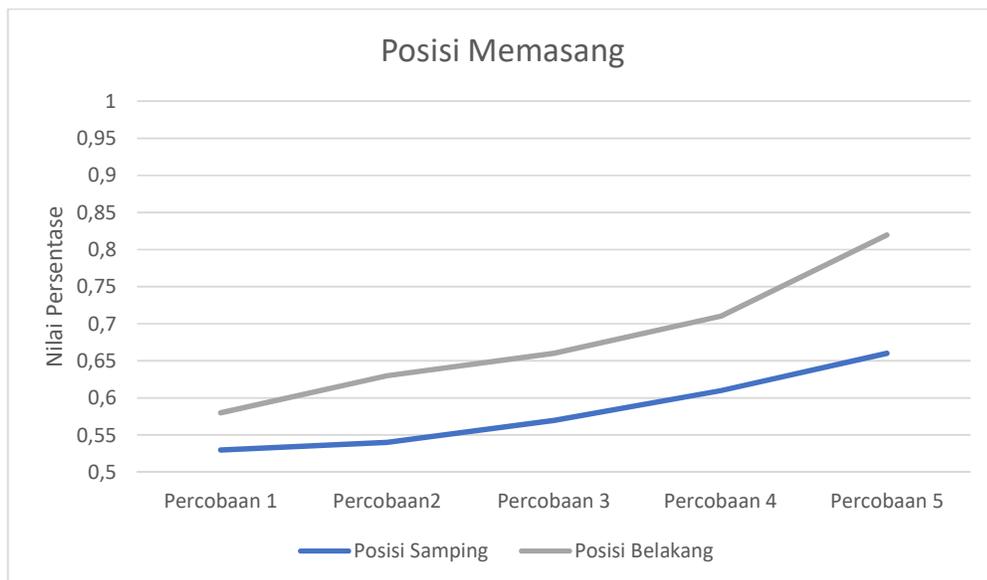
(Sumber : Olahan pribadi)

Dalam pengambilan data dari citra yang diambil dari berbagai sudut dan posisi objek yang diamati, ditemukan hasil yang akurat dan baik dalam pengenalan objek. Metode You Only Look Once (*YOLO*) dalam pengenalan objek memiliki tingkat deteksi yang tinggi, memberinya keunggulan dibandingkan metode lainnya. Melalui pengujian yang dilakukan, *YOLO* berhasil mengenali dan memotong gerakan tubuh pekerja dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam konteks pemotongan bata. Gambar 4.7 menunjukkan kemampuan *YOLO* dalam mengenali dan melacak gerakan tubuh dengan baik, bahkan dari sudut dan posisi yang berbeda.

Salah satu keunggulan metode *YOLO* dalam pengenalan objek, termasuk deteksi gerak tubuh, adalah kemampuannya untuk melakukan deteksi secara real-time dengan kinerja yang baik. Metode ini dapat mengatasi berbagai tantangan seperti variasi gerakan tubuh, perubahan cahaya, dan kondisi lingkungan yang berbeda. Oleh karena itu, *YOLO* menjadi pilihan yang efektif dalam deteksi gerak tubuh pekerja pada kegiatan memotong bata, dengan tingkat deteksi yang tinggi dan akurasi yang baik. Dengan adanya hasil pengujian ini, *YOLO* dapat diandalkan untuk mendukung kegiatan pemotongan bata dengan pengenalan gerakan tubuh yang handal dan akurat.



Gambar 4. 12 Perbandingan akurasi



Sumber : Olahan pribadi

Dari data yang terlampir dalam diagram dan kurva, dapat dilihat bahwa nilai akurasi pada posisi belakang secara konsisten lebih tinggi daripada posisi samping dalam setiap percobaan. Pada setiap percobaan, terdapat nilai terendah pada 0,58 dan nilai tertinggi terjadi pada percobaan kelima dengan akurasi sebesar 0,82.

Selain itu, grafik pada setiap percobaan menunjukkan tren peningkatan akurasi secara konsisten.

Di sisi lain, pada posisi samping, nilai akurasi cenderung lebih rendah dibandingkan dengan posisi belakang. Percobaan pertama menunjukkan nilai akurasi sebesar 0,53, sedangkan pada percobaan kelima, nilai akurasi meningkat menjadi 0,66, yang merupakan nilai tertinggi di antara percobaan lainnya. Grafik pada posisi pengambilan dari samping juga menunjukkan peningkatan yang konsisten dari percobaan ke percobaan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa posisi pengambilan gambar memiliki peran penting dalam mendeteksi akurasi, dan hal ini dapat mempengaruhi kemampuan untuk mendeteksi gerakan pekerja. Informasi ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan metode pemantauan gerakan pekerja dan memilih posisi pengambilan gambar yang paling efektif untuk mendapatkan hasil yang akurat.

#### **4.4.4 Deteksi Gerak Tubuh Dalam Memasang Bata Dengan Acuan Jarak Kamera**

Dalam melaksanakan proses deteksi gerak tubuh pada saat memasang bata, terdapat beberapa referensi yang harus dipertimbangkan dalam pengambilan data guna meningkatkan akurasi dengan metode You Only Look Once (*YOLO*). Salah satu faktor yang menjadi pertimbangan utama adalah jarak antara objek dan kamera. Pengambilan data dari jarak kamera yang berbeda memberikan variasi dalam jangkauan pengamatan gerakan tubuh pekerja. Pemilihan jarak kamera yang tepat sangat penting dalam memastikan deteksi gerakan tubuh dilakukan dengan akurasi yang tinggi. Dengan melakukan pengamatan dari berbagai jarak kamera, kita dapat memperoleh informasi yang lebih komprehensif tentang kemampuan metode *YOLO* dalam mendeteksi gerak tubuh pekerja. Berikut ini adalah tabel hasil pengamatan data dari jarak kamera pada saat pemantauan:

Tabel 4. 7 Data jarak deteksi gerak tubuh terhadap kamera

Percobaan	Jarak	Jarak		Keterangan
		Terdeteksi	Tidak	
1	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
2	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
3	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
4	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi
5	3 m	✓		Terdeteksi
	4 m	✓		Terdeteksi
	5 m	✓		Terdeteksi

(Sumber: Olahan Pribadi)

Dalam prosedur pengambilan data, dilakukan pengamatan pada jarak kamera tertentu dari objek yang diamati, yaitu 3 meter, 4 meter, dan 5 meter. Pengambilan data ini merupakan bagian dari prosedur dan pengujian yang dilakukan untuk memperoleh data yang akurat dan representatif. Pada bagian ini, penulis akan melakukan pengambilan data menggunakan cahaya yang cerah guna memastikan apakah metode *You Only Look Once (YOLO)* dapat mendeteksi gerakan tubuh pekerja saat memasang bata.

Pengambilan data dari berbagai jarak ini memberikan variasi dalam jarak pengamatan yang dapat mempengaruhi akurasi deteksi gerakan tubuh. Dengan melihat hasil sampel pengambilan data dari berbagai jarak pada gambar di bawah ini, dapat dievaluasi sejauh mana *YOLO* mampu mendeteksi gerakan tubuh pekerja dengan tepat dan akurat dalam konteks pemotongan bata.

Tabel 4. 8 Tabel akurasi pengenalan dalam memasang bata dengan acuan jarak

Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Rata rata
3m	0,61	0,63	0,66	0,71	0,82	68,6 %
4m	0,55	0,57	0,58	0,59	0,61	58 %
5m	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	52 %

Dalam penelitian ini, dilakukan 5 kali percobaan untuk menguji tingkat akurasi deteksi gerakan saat memasang bata menggunakan metode *YOLO* berdasarkan referensi jarak pengambilan data. Hasil dari percobaan-percobaan tersebut menunjukkan adanya peningkatan dalam tingkat akurasi deteksi. Terlihat bahwa pada jarak yang dijadikan acuan, terdapat presentase akurasi yang lebih tinggi pada jarak 3m dibandingkan dengan pengambilan data pada jarak 4m dan 5m, hal ini dikarenakan jarak memiliki pengaruh dalam pengambilan data.

Berikut ini adalah hasil rata-rata presentase yang diperoleh: adalah hasil rata-rata presentase yang diperoleh:

$$\text{Rata rata jarak akurasi deteksi acuan jarak 3 m (\%)} = \frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$$

$$\frac{343}{5} \times 100\% = 68,6 \%$$

$$\text{Rata rata jarak akurasi deteksi acuan jarak 4 m (\%)} = \frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$$

$$\frac{290}{5} \times 100\% = 58 \%$$

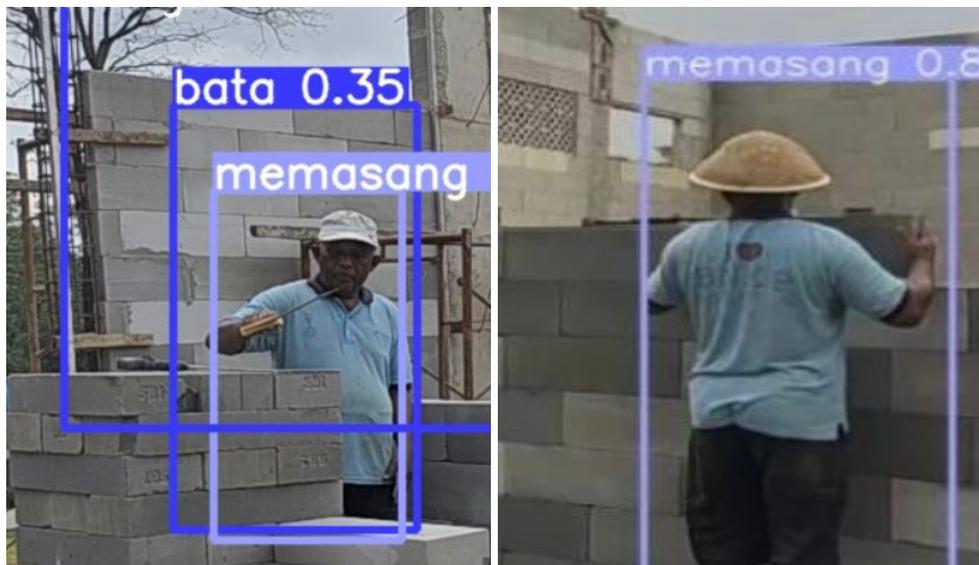
$$\text{Rata rata jarak akurasi deteksi acuan jarak 5 m (\%)} = \frac{\text{jumlah terdeteksi}}{\text{jumlah percobaan}} \times 100\% =$$

$$\frac{260}{5} \times 100\% = 52 \%$$

Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam tingkat akurasi deteksi gerakan tubuh berdasarkan jarak pengambilan data. Pada jarak 3 meter, tingkat akurasi deteksi mencapai presentase 68,6%, menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan jarak 4 meter yang memiliki presentase 58%, dan jarak 5 meter yang menurun menjadi 52%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa semakin dekat jarak pengambilan data dengan objek yang diamati, semakin tinggi pula tingkat akurasi deteksinya.

Hasil ini menekankan pentingnya jarak pengambilan kamera dalam mempengaruhi akurasi deteksi gerakan tubuh menggunakan metode *YOLO*. Dengan mendekatkan jarak pengambilan, *YOLO* mampu mendeteksi gerakan tubuh dengan lebih baik dan memberikan hasil yang lebih akurat. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan jarak yang tepat dalam pengambilan data merupakan faktor kritis dalam meningkatkan kualitas deteksi gerakan tubuh menggunakan metode *YOLO*. Dalam penelitian lebih lanjut, perlu dipertimbangkan faktor-faktor lain seperti pencahayaan dan kondisi lingkungan untuk memaksimalkan akurasi deteksi gerakan tubuh menggunakan metode *YOLO*.

Berikut merupakan hasil dari pengambilan data dengan mempertimbangkan acuan jarak :





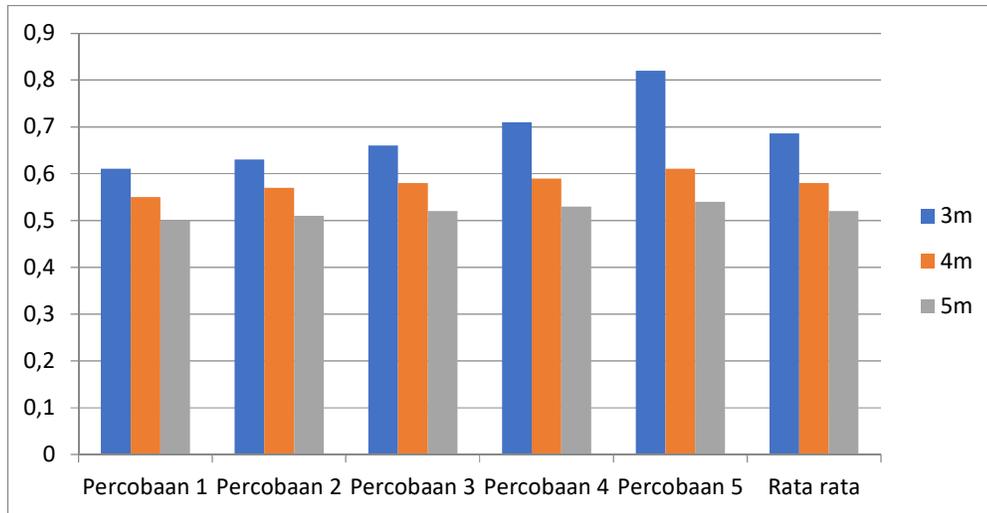
Gambar 4. 13 Pengambilan data deteksi gerak dalam memasang bata dengan acuan jarak kamera dari responden kedua  
(Sumber : Olahan pribadi)

Pada hasil pengujian dan pengambilan data baik dari posisi tubuh dan jarak pada kamera menunjukkan hasil metode *You Only Look Once (YOLO)* bekerja dengan sangat baik yang memiliki akurasi serta deteksi yang cukup tinggi.

Dengan demikian proses deteksi gerak tubuh pekerja dalam memasang bata dengan menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)* berjalan baik. Dalam pengujian akurasi sendiri juga menghasilkan presentase data yang berbeda beda setiap jarak. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa metode *You Only Look Once (YOLO)* efektif dalam mendeteksi gerakan tubuh pekerja pada jarak kamera yang berbeda. Metode ini mampu memberikan hasil yang memuaskan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam proses deteksi gerak tubuh pekerja saat memasang bata. Pengujian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kemampuan metode *YOLO* dalam mengenali gerakan tubuh pekerja dari jarak yang berbeda.

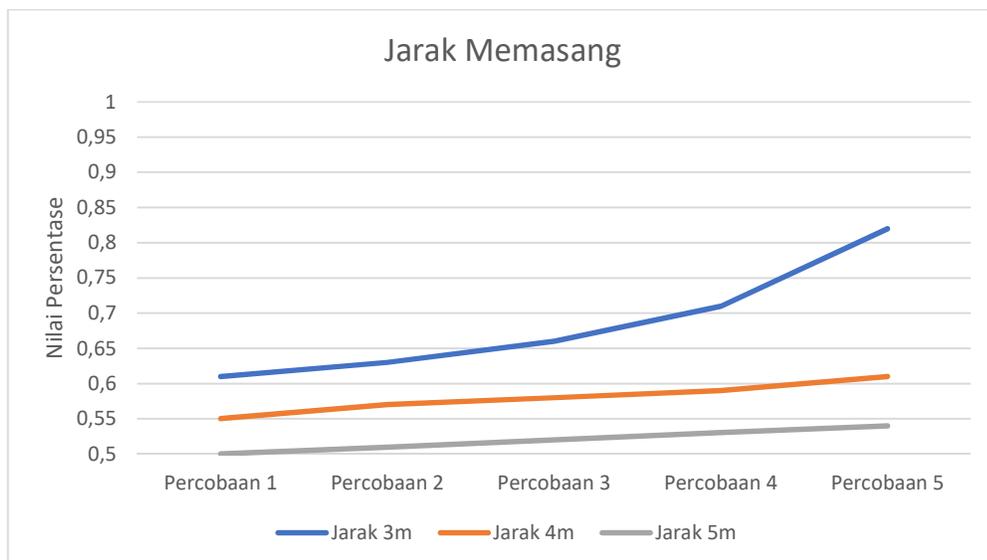
Dengan adanya hasil yang positif ini, metode *YOLO* menjanjikan sebagai solusi yang handal dalam memantau dan mendeteksi gerakan tubuh pekerja dalam aktivitas memasang bata. Kemampuannya dalam mengenali gerakan tubuh dari

berbagai sudut dan jarak kamera membuktikan fleksibilitas dan adaptabilitasnya. Melalui pengujian ini, diperoleh pemahaman yang lebih baik tentang potensi dan batasan metode *YOLO* dalam konteks pengenalan gerakan tubuh pekerja. Hal ini memberikan harapan bahwa metode *YOLO* dapat diimplementasikan secara efektif dalam lingkungan konstruksi untuk meningkatkan keamanan dan pemantauan.



Gambar 4. 14 Perbandingan berdasarkan jarak

Sumber : Olahan pribadi



Gambar 4. 15 Kurva perbandingan akurasi

Sumber : Olahan pribadi

Pada diagram dan Grafik 4.15 menggambarkan perbandingan akurasi dalam mendeteksi posisi tubuh pekerja saat melakukan pemasangan bata berdasarkan jarak acuan. Pada jarak 3 m, nilai akurasi mencapai puncaknya, dengan percobaan pertama memiliki nilai akurasi sebesar 0,61 dan nilai tertinggi terjadi pada percobaan kelima dengan nilai akurasi 0,82. Di sisi lain, pada jarak 5 m, nilai akurasi mencapai titik terendah, dengan percobaan pertama hanya mencapai nilai akurasi 0,50 dan percobaan kelima dengan nilai akurasi 0,54. Kurva menunjukkan bahwa pada jarak 4 m, nilai akurasi berada di tengah-tengah antara jarak 5 m dan 3 m, namun masih lebih tinggi dibandingkan dengan jarak 5 m dan lebih rendah dibandingkan dengan jarak 3 m. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa nilai akurasi meningkat pada setiap percobaan. Faktor jarak mempengaruhi akurasi hasil, karena semakin jauh jarak antara kamera pengamatan dan objek yang diamati, kualitas gambar yang dihasilkan menjadi semakin rendah dibandingkan dengan jarak yang lebih dekat.

#### **4.4.5 Perbandingan nilai akurasi gerakan saat memotong dan memasang**

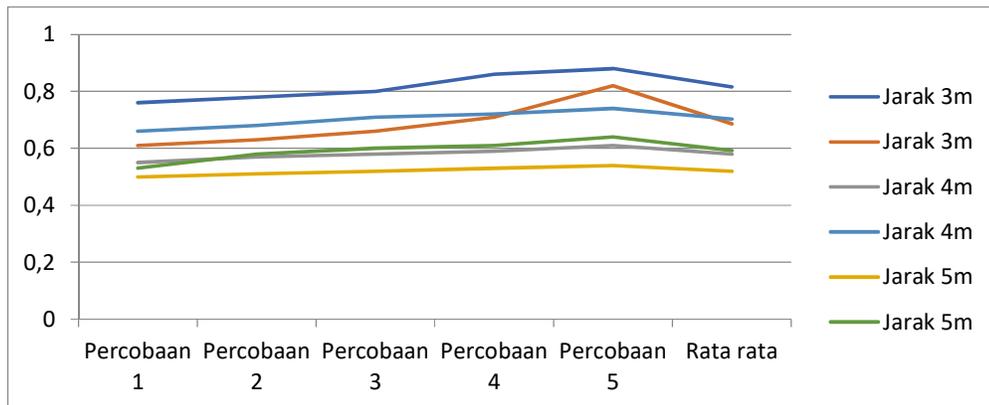
Nilai akurasi deteksi saat memotong dan memasang bata dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti algoritma deteksi yang digunakan, kualitas pengambilan gambar, dan teknik pemrosesan data. Dimana pada perbandingan nilai akurasi deteksi pada kurva dibawah ini memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi pada saat mendeteksi gerakan memotong dengan nilai akurasi 0,76 pada percobaan ke 1 dan akurasi tertinggi pada percobaan ke 5 yaitu 0,88. Sedangkan pada gerakan memasang sendiri memiliki nilai akurasi lebih rendah dengan nilai 0,61 dipercobaan ke 1 dan 0,82 pada percobaan ke 5.

Pada jarak 4 m juga memiliki nilai akurasi lebih besar saat mendeteksi gerakan memotong dibandingkan memasang bata. Dengan nilai terkecil dipercobaan ke 1 yaitu 0,66 dan tertinggi dipercobaan ke 5 dengan akurasi 0,74. Sedangkan pada percobaan ke 1 nilai akurasinya yaitu 0,55 dan dipercobaan ke 5 nilai nya 0,61 pada mendeteksi gerakan memasang bata.

Pada jarak terjauh pengambilan video yaitu 5 m juga memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi pada saat mendeteksi gerakan memotong dibandingkan gerakan memasang. Dimana nilai akurasi gerakan memotong pada percobaan ke 1 yaitu 0,53 dan pada percobaan ke 5 sebesar 0,64. Sedangkan pada mendeteksi gerakan memasang nilai akurasi terkecil terdapat pada percobaan ke 1 yaitu 0,50 dan tertinggi pada percobaan ke 5 yang memiliki nilai akurasi sebesar 0,54.

Sehingga dengan memiliki nilai akurasi yang berbeda beda juga mempengaruhi nilai rata rata akurasi deteksi pada setiap jarak pengambilan video. Dengan nilai rata rata akurasi deteksi tertinggi di jarak 3 m pada deteksi gerakan memotong sebesar 81,6 % dan terendah di jarak 5m pada gerakan memasang bata dengan nilai akurasi hanya sebesar 52%.

Dapat disimpulkan bahwa jenis gerakan (memotong atau memasang) dan jarak pengambilan video berpengaruh terhadap nilai akurasi deteksi. Gerakan memotong cenderung memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi daripada gerakan memasang, dan pada jarak yang lebih dekat umumnya memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi. Namun, perlu dicatat bahwa faktor-faktor lain seperti algoritma deteksi dan kondisi pengambilan video juga dapat memengaruhi hasil akurasi.

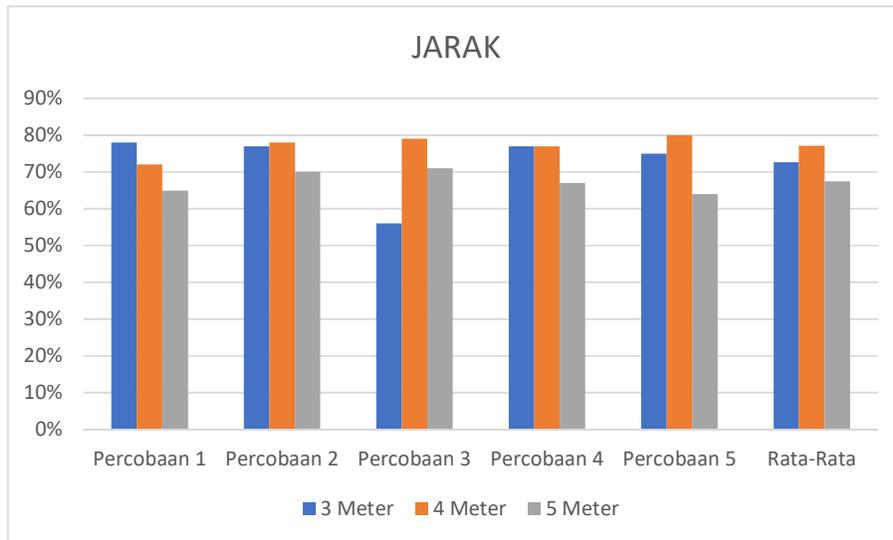


Gambar 4. 16 Kurva perbandingan akurasi

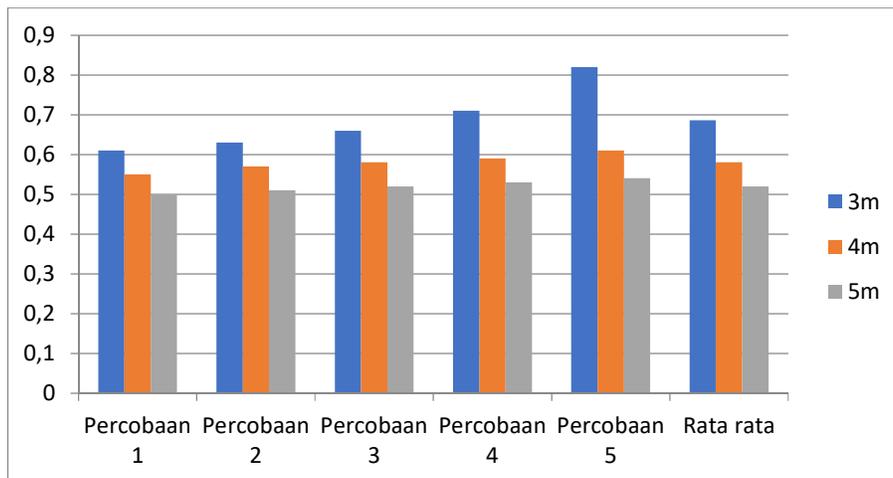
#### 4.4.6 Perbandingan tingkat akurasi deteksi bata dengan deteksi posisi tubuh

Pada penelitian ini juga melakukan perbandingan hasil akurasi deteksi dari penelitian saya dengan deteksi akurasi bata. Dimana hasil tersebut akan menjadi perbandingan dari nilai akurasi yang didapatkan. Berikut merupakan

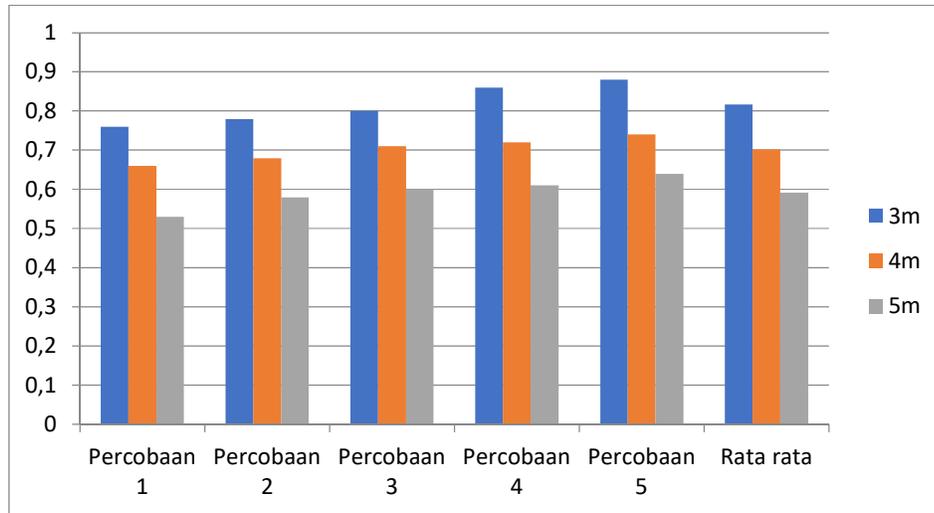
perbandingan dari grafik penelitian deteksi bata dengan deteksi posisi tubuh pekerja berdasarkan jarak :



gambar 4. 17 Deteksi bata berdasarkan acuan jarak



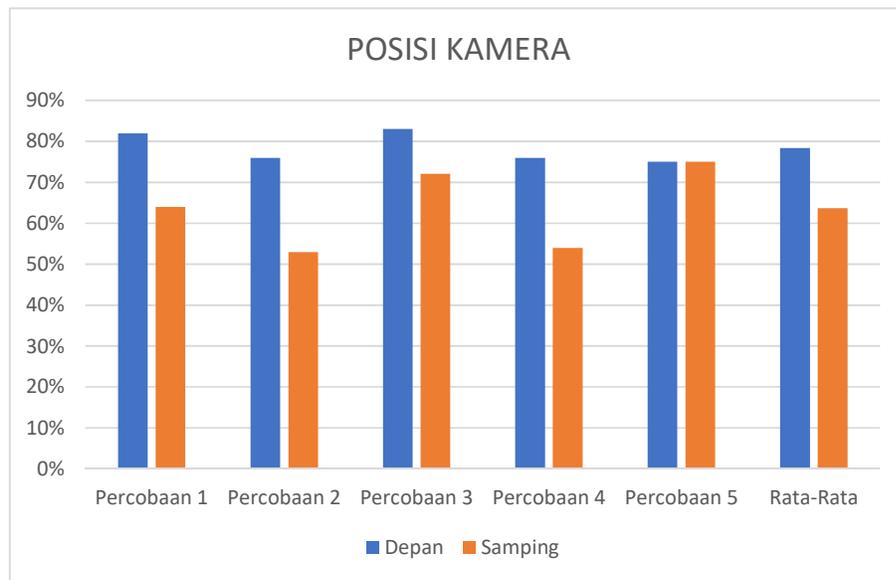
gambar 4. 18 Deteksi gerak memasang berdasarkan acuan jarak



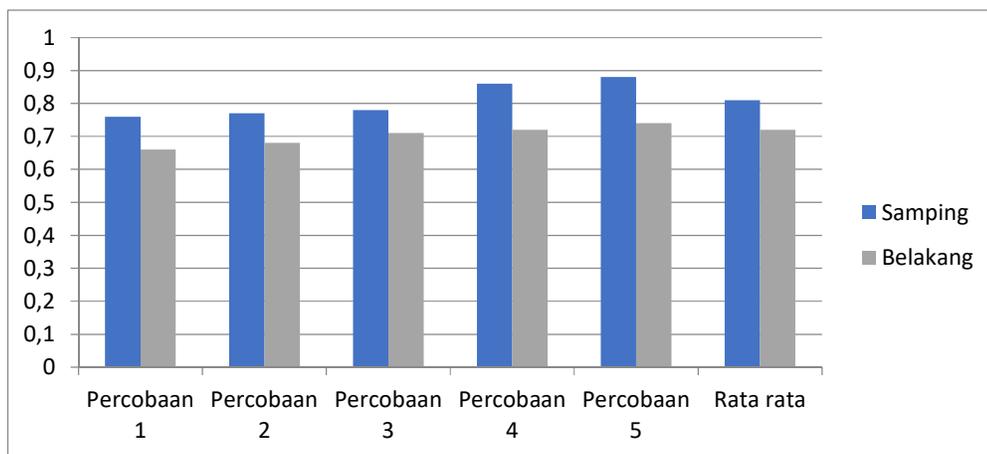
gambar 4. 19 Deteksi gerak memotong berdasarkan acuan jarak

Berdasarkan perbandingan Grafik 4.17, 4.18 dan 4.19 pada deteksi bata dengan acuan jarak memiliki nilai akurasi tertinggi pada jarak 4 m dipercobaan ke 5 dengan nilai akurasi sebesar 0,80. Sedangkan pada deteksi gerakan memotong dan memasang memiliki nilai akurasi tertinggi pada jarak 3 m di percobaan ke 5 dengan nilai akurasi sebesar 0,88 dan 0,82. Nilai akurasi terkecil deteksi bata berada pada jarak 3 m di percobaan ke 3 dengan nilai akurasi 0,56. Sedangkan pada deteksi gerakan memotong dan memasang memiliki nilai akurasi terkecil pada jarak 5 m di percobaan ke 1 dengan nilai 0,53 dan 0,50. Dimana hal itu terdapat perbedaan nilai akurasi deteksi yang membuat hasil diagram antara deteksi bata dengan posisi gerak tubuh pekerja memiliki nilai akurasi yang berbeda berdasarkan pengambilan data video. Sehingga pada deteksi gerak tubuh pekerja sangat mementingkan jarak pengambilan kamera terhadap objek yang diamati, dimana semakin dekat jarak pengambilan akan mempengaruhi hasil dari deteksi yang lebih tinggi. Sedangkan pada deteksi bata jarak ideal dalam pengambilan video berada pada 4 m dari objek yang diamati, karena pada jarak itu kamera dapat mencakup posisi bata yang diambil.

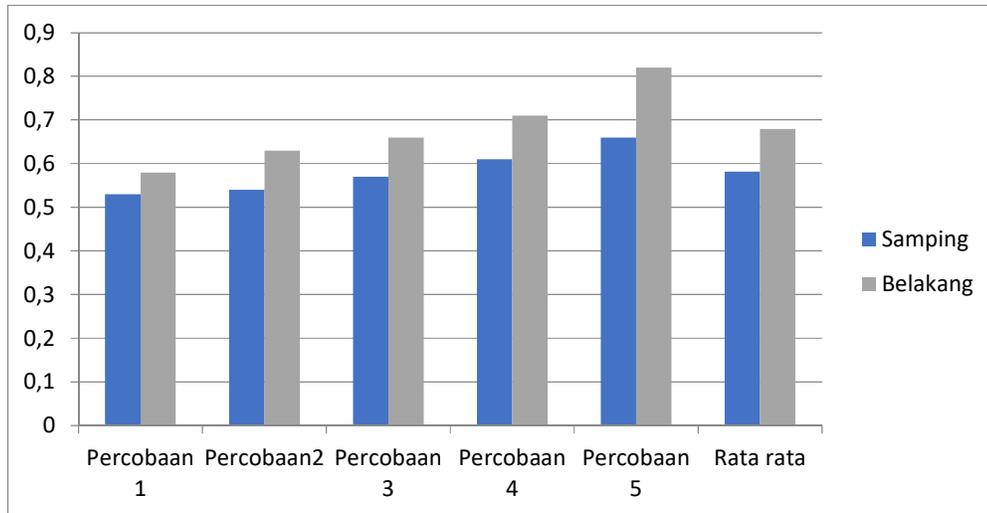
Berikut merupakan perbandingan nilai akurasi dari deteksi posisi bata dengan deteksi gerak :



gambar 4. 20 Deteksi bata berdasarkan posisi



gambar 4. 21 Deteksi gerakan memotong berdasarkan posisi



gambar 4. 22 Deteksi gerakan memasang berdasarkan posisi

Berdasarkan perbandingan grafik yang disajikan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu deteksi bata dengan acuan posisi pengambilan kamera memiliki nilai akurasi tertinggi pada posisi depan pada percobaan ke-3 dengan nilai akurasi sebesar 0,83. Hal ini menunjukkan bahwa pengambilan gambar dari posisi depan memberikan hasil yang lebih akurat dalam mendeteksi bata. Deteksi gerakan memotong dan memasang memiliki nilai akurasi tertinggi pada posisi pengambilan kamera berada di samping pada percobaan ke-5 dengan nilai akurasi sebesar 0,88. Sementara itu, pada posisi kamera berada di belakang pekerja, nilai akurasi tertinggi adalah 0,82. Ini menunjukkan bahwa pengambilan gambar dari samping atau belakang pekerja memberikan hasil yang lebih akurat dalam mendeteksi gerakan memotong dan memasang. Pada deteksi gerakan memotong dan memasang, terdapat perbedaan nilai akurasi yang signifikan tergantung pada posisi pengambilan kamera.

Pada posisi kamera berada di belakang pekerja, percobaan ke-1 memiliki nilai akurasi terendah, yaitu 0,66. Sedangkan pada posisi kamera berada di samping pekerja, percobaan ke-1 memiliki nilai akurasi terendah, yaitu 0,53. Hal ini menunjukkan bahwa posisi pengambilan gambar berpengaruh pada akurasi deteksi gerakan. Dalam keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa hasil diagram deteksi bata dengan posisi pengambilan kamera dan deteksi gerakan memotong dan memasang menunjukkan perbedaan nilai akurasi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan kamera untuk mendeteksi gerak tubuh dalam pemantauan pekerjaan dapat dilakukan dengan memposisikan kamera di belakang dan samping pekerja. Metode *YOLO* menunjukkan pola yang konsisten dalam akurasi, tergantung pada faktor-faktor tertentu. Pada deteksi pemotongan bata dengan acuan sudut, akurasi lebih tinggi pada posisi samping daripada saat pekerja membelakangi kamera. Sementara pada deteksi gerak tubuh pekerja dalam pemasangan bata, akurasi lebih tinggi saat posisi kamera di belakang pekerja daripada samping pekerja. Pendeteksian bata memiliki akurasi lebih tinggi pada posisi depan karena semua objek bata dapat dilihat dengan jelas tanpa dipengaruhi sudut kamera. Dalam hal deteksi gerak tubuh pekerja dalam pemotongan bata dengan acuan jarak, akurasi tertinggi terjadi pada jarak 3 meter dibandingkan jarak 4 meter dan 5 meter. Demikian pula, pada deteksi gerakan memasang bata, akurasi tertinggi terjadi pada jarak 3 meter. Sedangkan pendeteksian bata memiliki nilai akurasi lebih tinggi pada jarak 4 meter dikarenakan posisi kamera dengan objek yang diamati sangat proposional untuk mencakup semua objek bata yang diamati. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan metode *YOLO* dalam deteksi gerak tubuh pekerja sangat efektif dan memiliki tingkat akurasi yang baik dengan pengaruh signifikan dari faktor sudut dan jarak.

#### **5.2 Saran**

Untuk pengembangan metode *YOLO*, disarankan memperhatikan spesifikasi hardware yang tinggi dan menambahkan referensi dataset serta library untuk meningkatkan kinerja deteksi. Kesalahan dalam pendeteksian gerak tubuh perlu diatasi dengan penelitian lebih lanjut dalam mengoptimalkan algoritma dan meningkatkan akurasi metode *YOLO*. Pemertimbangan terhadap kondisi cuaca, tata letak pengambilan video, sudut, jarak, dan kondisi cuaca saat pengambilan data juga penting. Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, diharapkan pengembangan metode *YOLO* dapat menghasilkan pendeteksian yang akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- AS, G., & B.Edayadiyil, J. (2022). *Automated progress monitoring construction project using machine learning and image processing approach*. Department of Civil Engineering, Amal Jyothi College of Engineering, affiliated to APJ Abdul Kalam Technological University, Kanjirappally, Kerala, 686518, India: Elsevier.
- Duan, R., Deng, H., Tian, M., Deng, Y., & Lin, J. (2022). *SODA:A Large scale open site object detection dataset for deep learning in construction*. Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 10084, China: Elsevier.
- Fang, W., Ding, L., Zhong, B., Love, E. P., & Luo, H. (2018). *Automated detection of workers and heavy equipment on construction sites a convolutional neural network approach*. Hubei Engineering Research Center for Virtual, Safe and Automated Construction (ViSAC), HUST, PR China: Elsevier.
- Gyimah, S., Frimpong, G., Nyaaba, S., Gbadam, W., & Missouri, E. (2019). *A computer vision system for terrain recognition and object detection tasks in mining and construction environments*. Missouri University of Science and Technology America: Researchgate.
- Han, S., & Lee, S. (2023). *A vision based motion capture and recognition framework for behavior based safety management*. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, 205 North Mathews Avenue, Urbana, IL 61801, United States: Elsevier.
- Hou, L., Chen, C., Wang, S., Wu, Y., & Chen, X. (2022). *Multi object method on construction machinery swarm operations based on the improved YOLOv4 model*. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361102, China: MDPI.
- Jayaram, M. (2023). *Computer vision applications in construction material and structural health monitoring : A scoping review*. RASTA-Center for Road

Technologies, VOLVO Construction Equipment Campus, Bengaluru 560058, India: Elsevier.

Lee, J. Y., Choi, W. S., & Choi, S. H. (2023). *Verification and performance comparison of CNN-based algorithms for two step helm wearing detection*. Department of BigData, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea : Elsevier.

Teizer, J., Bosche, F., Caldas , C. H., Haas, C. T., & Liapi, K. A. (2005). *Real-Time, Three-Dimensional Object Detection and Modeling in Construction*. Ferrara (Italy) : Research Portal.

Ummin , O., Tian, H., Zhu, H., & Liu, F. (2018). *Application of the digital image technology on the visual monitoring and prediction of shuttering construction safety*. College Of Water Conservancy&Environmental Engineering, ZhengZhou, Henan: IOP Science.

Wang, M., & Yin, X. (2022). *Construction and maintenance of urban underground infrastructure with digital technologies*. School of Architecture, Building and Civil Engineering, Loughborough University, Loughborough, Department of Construction Management and Engineering, University of Twente, Enschede, the Netherlands: Elsevier.

Wang, X., Wang, H., Zhang, C., He, Q., & Huo, L. (2022). *A sample balanced based regression module for object detection in construction sites*. School of Science, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China: MDPI.

Wang, Y., Xiao, B., Bouferguene, A., Al hussein, M., & Li, H. (2022). *Vision-based Methos for Semantic Information Extraction in construction by Integrating deep Learning Object Detection and Image Captioning*. Department of Building and Real Estate, Then Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong: Elsevier.

Xiao, B., Lin, Q., & Chen, Y. (2001). *A vision based method for automatic tracking of construction machines at nighttime based on deep learning illumination enchancement*. a Department of Civil and Environmental

Engineering, University of Alberta, Edmonton T6G 2R3, Canada b School of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, PR China c College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072,; Elsevier.

Xiao, B., Yin, X., & Kang, S. C. (2021). *Vision based method of automatically detecting construction video highlights by integrating machine tracking and CNN feature extraction* . Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta, Edmonton T6G 1H9, Canada Department of Construction Management and Engineering, University of Twente, Enschede, the Netherlands. : Elsevier.

Zhang, X., Hu, Y., Chan, D. W., & Skitmore, M. (2020). Construction waste management research: A review. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119654.

Arditi, D., & Polat, G. (2016). Time-cost trade-off analysis for construction projects using resource leveling and performance optimization. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(10), 04016049.

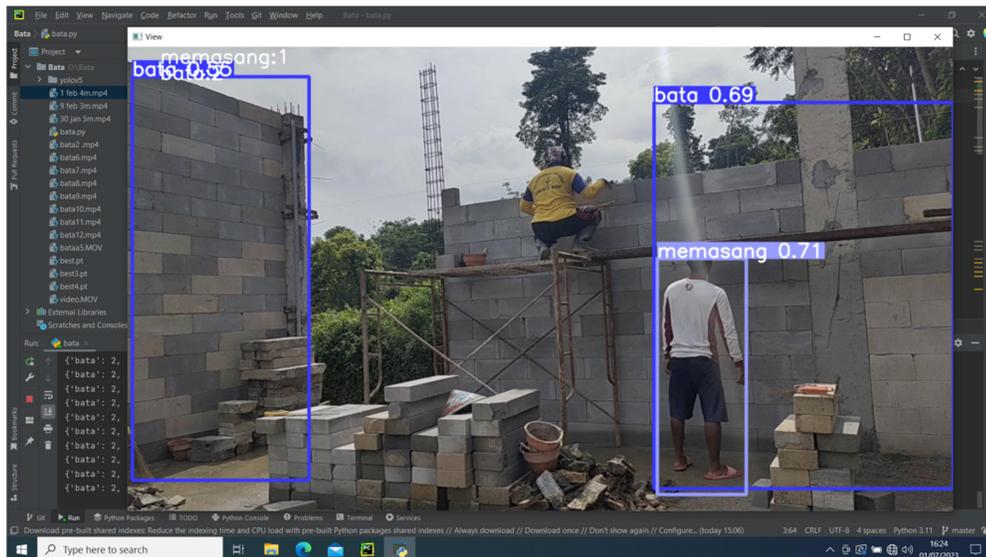
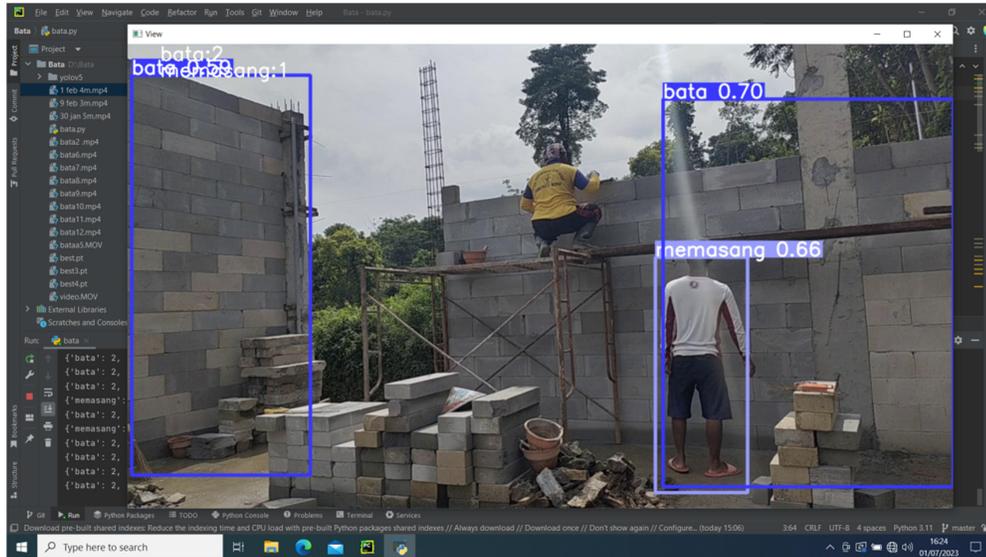
McCartney, K., & Phillips, C. (2017). *Construction project management: A complete introduction*. CRC Press

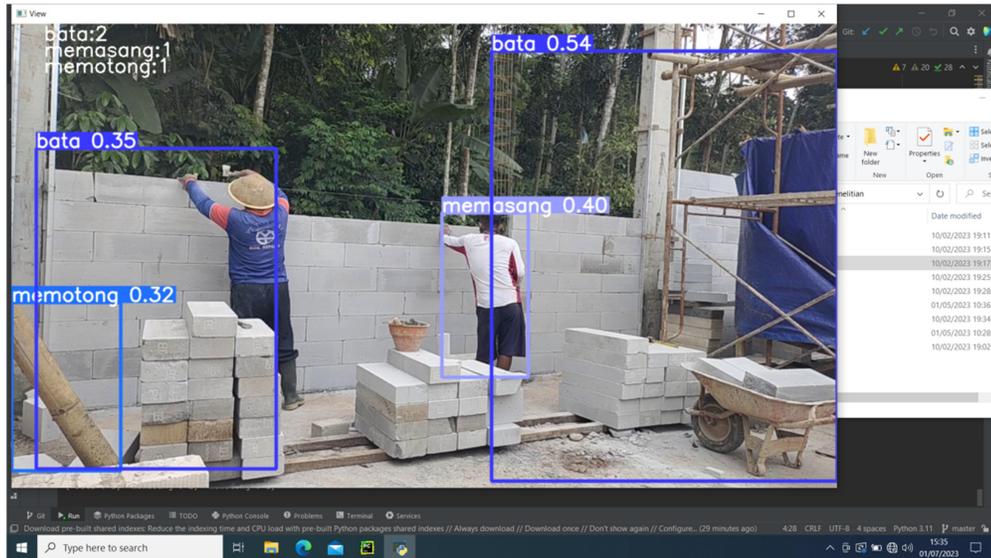
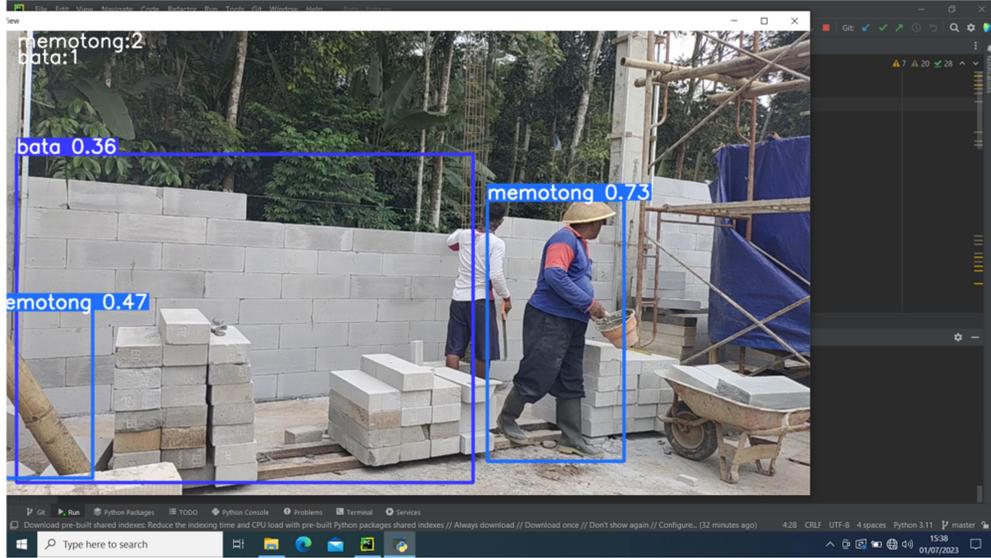
Russell, S. J., Norvig, P., Davis, E., & Reichardt, J. (2022). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.

Russell, S. J. (2021). *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*. Penguin Books.

# LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil deteksi gerak tubuh pekerja berdasarkan acuan jarak





## Lampiran 2 Hasil deteksi berdasarkan acuan sudut pengambilan

