

Implementasi Ergovision Berbasis Computer Vision Sebagai Upaya Deteksi Dini Risiko Musculoskeletal Disorders Pada Pekerja Kreatif Animator Di Kota Malang

Ahmad Afif Mauludi¹, Rini Puspita Dewi², Antinah Latif^{3*}, Meisi Riana⁴, Arrahmah Aprilia⁵, Angga Dwi Firmanto⁶

^{1,2}Keselamatan dan Kesehatan Kerja, STIKES YKY Yogyakarta, Indonesia

³Pariwisata, Politeknik Negeri Media Kreatif, Jakarta, Indonesia

^{4,5,6}Teknologi Industri, Politeknik Negeri Media Kreatif, Jakarta, Indonesia

aafifmauludi@stikesky.ac.id, rini.poespita@gmail.com, Antinahlatif91@gmail.com*, meisi.riana@polimedia.ac.id,
Arrahmah_aprilia@polimedia.ac.id, angga.firmanto@polimedia.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Pekerja kreatif, khususnya animator, dihadapkan pada risiko tinggi gangguan musculoskeletal (Musculoskeletal Disorders/MSDs) akibat tuntutan kerja yang melibatkan postur statis berkepanjangan dan gerakan repetitif. Di Kota Malang, yang berkembang pesat sebagai sentra industri animasi, kesadaran akan ergonomi dan akses terhadap alat evaluasi postur kerja masih minim. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran ergonomi serta mengimplementasikan teknologi deteksi dini risiko MSDs bernama "ErgoVision" yang berbasis Computer Vision. Metode pelaksanaan melibatkan pendekatan Participatory Ergonomics melalui sosialisasi, pelatihan, dan Usability Testing aplikasi kepada 27 partisipan yang terdiri dari animator profesional, pelajar, dan pimpinan studio di Malang. Evaluasi dilakukan menggunakan rancangan pre-test dan post-test serta uji coba aplikasi secara langsung. Analisis data menggunakan uji statistik Paired Sample T-Test menunjukkan peningkatan signifikan pada rata-rata skor pengetahuan peserta sebesar 19,5%, dari 9,85 ($SD=2,74$) pada pre-test menjadi 11,78 ($SD=2,21$) pada post-test ($p < 0,001$). Peningkatan pemahaman tertinggi terjadi pada aspek identifikasi gejala MSDs dan aturan istirahat mata (20-20-20). Hasil Usability Testing menunjukkan bahwa teknologi ErgoVision dapat diterima sebagai alat bantu mandiri yang efektif dalam memvisualisasikan risiko postur secara real-time. Kegiatan ini berhasil menjembatani kesenjangan teknologi kesehatan kerja di sektor ekonomi kreatif, memberikan solusi preventif yang aplikatif, dan berkontribusi pada peningkatan produktivitas serta kualitas hidup pekerja kreatif di Kota Malang.

Kata Kunci: *Creative workers, specifically animators, face a high risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs) due to work demands involving prolonged static postures and repetitive movements. In Malang City, which is rapidly developing as an animation industry hub, ergonomic awareness and access to work posture evaluation tools remain minimal. This community service aims to improve ergonomic knowledge and awareness and implement an early MSD risk detection technology named "ErgoVision" based on Computer Vision. The implementation method involved a Participatory Ergonomics approach through socialization, training, and application Usability Testing for 27 participants consisting of professional animators, students, and studio leaders in Malang. Evaluation was conducted using a pre-test and post-test design as well as direct application testing. Data analysis using the Paired Sample T-Test showed a significant increase in participants' average knowledge score by 19.5%, from 9.85 ($SD=2.74$) in the pre-test to 11.78 ($SD=2.21$) in the post-test ($p < 0.001$). The highest improvement in understanding occurred in the identification of MSD symptoms and the eye rest rule (20-20-20). Usability Testing results indicated that ErgoVision technology is accepted as an effective self-help tool in visualizing posture risks in real-time. This activity successfully bridged the gap in occupational health technology in the creative economy sector, provided applicable preventive solutions, and contributed to increasing the productivity and quality of life of creative workers in Malang City.*

Keywords: Ergonomics; Computer Vision; Musculoskeletal Disorders; Animator; Community Service.

A. LATAR BELAKANG

Perkembangan industri kreatif di Indonesia menunjukkan tren yang sangat positif dalam satu dekade terakhir, menjadi salah satu pilar penting dalam ketahanan ekonomi nasional. Kota Malang, Jawa Timur, telah mengukuhkan dirinya sebagai salah satu kota kreatif terkemuka di Indonesia, khususnya pada subsektor aplikasi dan pengembangan permainan (game) serta animasi. Keberadaan ekosistem yang mendukung, seperti Malang

Creative Center (MCC) dan berbagai komunitas kreatif seperti Forum Animasi Malang (FAM), telah mendorong lahirnya banyak studio animasi rintisan (*startup*) maupun yang telah berskala internasional (Wardani, Ari, & Maulidi, 2019). Studio-studio seperti Zeus Animation dan Lokanima menjadi bukti nyata bahwa talenta lokal Malang mampu bersaing di pasar global (Bidang Komunikasi dan Informasi Publik Pemerintah Malang Kota, 2023). Namun, di balik pertumbuhan yang impresif ini, terdapat isu kesehatan kerja yang sering kali terabaikan namun memiliki dampak jangka panjang yang serius bagi para pelakunya, yaitu risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

Pekerjaan sebagai animator menuntut konsentrasi visual yang tinggi dan presisi gerakan tangan yang detail. Hal ini memaksa para pekerja untuk mempertahankan postur tubuh yang statis dalam durasi yang sangat lama, seringkali melebihi 8 hingga 12 jam per hari, terutama saat mengejar tenggat waktu proyek (*deadline*) (Unal & Cifcili, 2020). Postur kerja yang umum terjadi meliputi duduk dengan leher menekuk ke depan (*neck flexion*) saat menatap layar monitor atau pen tablet, bahu yang terangkat, punggung membungkuk (*kyphosis*), serta deviasi ulnar atau radial pada pergelangan tangan saat menggunakan mouse atau stylus (Chang, Bejjani, Chyan, & Bellegarde, 1987). Kondisi ini diperparah dengan desain stasiun kerja (*workstation*) yang sering kali tidak ergonomis, terutama pada pekerja lepas (*freelancer*) atau studio rintisan yang beroperasi di home office atau *coworking space* dengan perabot seadanya (Marfuah, Syah, & Hapsari, 2023).

Secara global, gangguan musculoskeletal merupakan salah satu penyebab utama disabilitas kerja dan penurunan produktivitas. Studi menunjukkan bahwa prevalensi nyeri musculoskeletal pada pekerja seni visual dan pengguna komputer intensif sangat tinggi, mencapai angka 60-80% (Unal & Cifcili, 2020). Keluhan yang paling sering muncul adalah *Low Back Pain* (nyeri punggung bawah), *Neck Pain* (nyeri leher), dan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) yang menyerang pergelangan tangan (Prasetya, et al., 2024). Di Indonesia, data BPJS Ketenagakerjaan dan berbagai survei kesehatan kerja juga menunjukkan tren peningkatan kasus penyakit akibat kerja yang berhubungan dengan ergonomi, seiring dengan transformasi digital di berbagai sektor industri (Noval, Hamidah, & Anggara, 2024). Bagi seorang animator, cedera pada tangan atau punggung bukan hanya sekadar ketidaknyamanan, melainkan ancaman langsung terhadap keberlangsungan karir mereka.

Permasalahan mitra yang menjadi fokus dalam kegiatan pengabdian ini adalah rendahnya literasi ergonomi di kalangan komunitas animator di Malang dan ketiadaan metode evaluasi risiko yang mudah diakses. Metode penilaian risiko ergonomi konvensional seperti RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) atau REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) sangat bergantung pada observasi manual oleh ahli ergonomi menggunakan alat ukur goniometer (Kee, 2022). Proses ini memakan waktu, biaya, dan rentan terhadap subjektivitas pengamat (*inter-observer variability*), sehingga sulit diterapkan secara rutin di lingkungan kerja industri kreatif yang dinamis dan serba cepat (Agostinelli, Generosi, Ceccacci, & Mengoni, 2024). Mitra membutuhkan solusi yang praktis, murah, dan dapat memberikan umpan balik (*feedback*) secara langsung mengenai kualitas postur kerja mereka tanpa mengganggu alur kerja produksi.

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, tim peneliti dan pengembang mengusulkan implementasi teknologi *Computer Vision* melalui aplikasi "ErgoVision". Teknologi ini memanfaatkan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) untuk mendeteksi kerangka tubuh manusia (*skeleton tracking*) melalui kamera webcam standar (Yang, Song, Ning, & Wu, 2024). Algoritma ini mampu menghitung sudut-sudut sendi tubuh secara *real-time* dan mengkonversinya ke dalam skor risiko RULA atau REBA secara otomatis. Pendekatan ini memungkinkan setiap pekerja untuk melakukan penilaian mandiri (*self-assessment*) kapan saja dan di mana saja, mendemokratisasi akses terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang sebelumnya eksklusif.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini juga sejalan dengan kebijakan pemerintah dalam mendorong Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di era industri 4.0, di mana teknologi digital harus dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan pekerja (Agostinelli, Generosi, Ceccacci, & Mengoni, 2024). Selain itu, program ini mendukung upaya Pemerintah Kota Malang dalam menciptakan ekosistem ekonomi kreatif yang berkelanjutan, di mana aspek kesehatan sumber daya manusia menjadi modal utama (Bidang Komunikasi dan Informasi Publik Pemerintah Malang Kota, 2023).

Tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini adalah: (1) Meningkatkan pengetahuan teoritis pekerja kreatif di Malang mengenai prinsip-prinsip ergonomi dan bahaya MSDs; (2) Melatih keterampilan teknis peserta dalam menggunakan aplikasi ErgoVision untuk deteksi dini risiko postur; dan (3) Mengevaluasi efektivitas intervensi melalui analisis statistik data *pre-test* dan *post-test* serta *Usability Testing*. Melalui kegiatan ini, diharapkan tercipta budaya kerja yang lebih sehat (*safety culture*) di lingkungan industri kreatif Malang, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas dan kualitas karya yang dihasilkan.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan metode partisipatif, melibatkan interaksi langsung antara tim pengabdi (dosen dan mahasiswa) dengan mitra sasaran.

1. Profil Mitra dan Peserta

Mitra sasaran kegiatan ini adalah komunitas pekerja kreatif di bidang animasi yang berdomisili atau bekerja di wilayah Malang Raya. Peserta direkrut melalui kerja sama dengan beberapa studio animasi lokal dan institusi pendidikan vokasi. Total peserta yang mengikuti kegiatan secara penuh dari awal hingga akhir berjumlah 27 orang. Profil demografis peserta sangat beragam, mencakup berbagai jenjang karir dan usia, mulai dari pelajar/siswa SMK, santri vokasi, mahasiswa magang (*intern*), animator junior, supervisor, hingga level manajemen (CEO). Keberagaman ini merepresentasikan ekosistem industri kreatif yang inklusif, di mana kesadaran ergonomi perlu ditanamkan sejak dulu (fase pendidikan) hingga level pengambil keputusan.

2. Jadwal Pelaksanaan dan Alat Bantu

Kegiatan pelaksanaan pengabdian dilaksanakan 1 hari sedangkan pra kegiatan dilaksanakan 3 bulan untuk penyusunan materi hingga prototype aplikasi. Adapun media atau alat bantu yang digunakan dalam pengabdian ini Adalah teknologi seperti LCD, Handphone dan laptop.

3. Metode Pelaksanaan/ Tahapan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi tiga tahapan utama: Pra-Kegiatan, Pelaksanaan (Inti), dan Monitoring-Evaluasi.

A. Pra-Kegiatan

Pada tahap ini, tim pengabdi melakukan:

- **Analisis Kebutuhan:** Survei awal dan wawancara dengan perwakilan mitra untuk mengidentifikasi keluhan fisik yang dominan dan pola kerja sehari-hari.
- **Pengembangan Teknologi:** Finalisasi aplikasi ErgoVision. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka MediaPipe untuk estimasi pose (*pose estimation*) dan OpenCV untuk pemrosesan citra. Logika penilaian risiko mengadopsi algoritma RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) yang dimodifikasi untuk perhitungan otomatis sudut leher, punggung, lengan atas, dan lengan bawah.²¹

- **Penyusunan Materi:** Pembuatan modul edukasi ergonomi yang mencakup definisi, faktor risiko, dan teknik pencegahan MSDs, serta panduan penggunaan aplikasi.

B. Pelaksanaan Kegiatan (Inti)

Kegiatan inti dilaksanakan dalam bentuk *workshop* hibrida (gabungan luring dan daring) yang terdiri dari beberapa sesi:

- 1) **Sesi Pre-Test:** Peserta diminta mengisi kuesioner daring (Google Form) yang berisi 15 butir pertanyaan pilihan ganda terkait pengetahuan ergonomi. Tujuannya adalah untuk mengukur tingkat pemahaman awal (*baseline knowledge*) peserta sebelum diberikan intervensi.²⁵
- 2) **Sesi Edukasi (Penyuluhan):** Pemaparan materi oleh narasumber ahli ergonomi. Topik yang dibahas meliputi:
 - Definisi Ergonomi menurut PEI (Perhimpunan Ahli Ergonomi Indonesia) dan IEA.
 - Patofisiologi Gangguan Muskuloskeletal (MSDs) seperti CTS, Tendinitis, dan LBP.
 - Pengaturan stasiun kerja (*workstation setup*) yang ideal: ketinggian kursi, jarak monitor, dan posisi *keyboard/mouse*.
 - Manajemen waktu kerja dan istirahat menggunakan metode "20-20-20" untuk kesehatan mata.
- 3) **Sesi Workshop & Usability Testing ErgoVision:**
 - Peserta diberikan akses instalasi aplikasi ErgoVision pada perangkat laptop/PC masing-masing.
 - Simulasi kerja: Peserta diminta bekerja (menggambar atau melakukan animasi) seperti biasa sambil mengaktifkan aplikasi. Kamera akan menangkap postur tubuh mereka secara *real-time*.
 - Aplikasi memberikan umpan balik visual (garis kerangka berwarna hijau untuk aman, kuning untuk waspada, merah untuk bahaya) dan skor risiko.
 - Peserta melakukan eksplorasi fitur dan memberikan umpan balik mengenai kemudahan penggunaan (*usability*).
- 4) **Sesi Post-Test:** Setelah seluruh rangkaian materi dan praktik selesai, peserta kembali mengisi kuesioner dengan bobot dan materi yang setara dengan *pre-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan.²⁵



Gambar 1. Workshop Edukasi Ergonomi

Gambar 1 menunjukkan workshop edukasi ergonomic pada sasaran mitra pertama berjumlah 14 orang. Sedangkan pada sasaran mitra kedua berjumlah 13 orang yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Workshop Edukasi Ergonomi

C. Monitoring dan Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan dua pendekatan:

- **Evaluasi Kuantitatif:** Menganalisis perbedaan skor *pre-test* dan *post-test* menggunakan uji statistik. Karena data berasal dari subjek yang sama yang diukur dua kali, maka digunakan uji beda rata-rata sampel berpasangan.
- **Evaluasi Kualitatif:** Mengamati antusiasme peserta selama *workshop* dan menganalisis kendala teknis yang dihadapi saat *Usability Testing*.

3. Analisis Data

Data skor *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik. Langkah analisis meliputi (Hinton, 2024):

1. **Uji Normalitas:** Menggunakan uji *Shapiro-Wilk* (karena jumlah sampel $N < 50$) untuk menentukan apakah data selisih skor berdistribusi normal.
2. **Uji Hipotesis:**
 - o Jika data normal: Menggunakan **Uji T Berpasangan (Paired Sample T-Test)**.
 - o Jika data tidak normal: Menggunakan **Uji Wilcoxon Signed Rank**.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Responden

Partisipasi aktif dari 27 peserta mencerminkan antusiasme komunitas animasi Malang terhadap isu kesehatan kerja. Tabel 1 menunjukkan distribusi profil peserta.

Tabel 1. Distribusi Profil Peserta Pengabdian

No	Kategori Pekerjaan / Jabatan	Jumlah (Orang)	Persentase
1	Pelajar / Siswa SMK	9	33,3%
2	<i>Internship</i> / Magang Animator	5	18,5%
3	Santri (Vokasi Kreatif)	4	14,8%
4	Animator (Junior/Staff)	4	14,8%
5	Designer / Desain Grafis	2	7,4%
6	<i>Lead Animator</i> / SPV	2	7,4%
7	CEO / Manajemen	1	3,7%
Total		27	100%

Sumber: Data Primer

Dominasi peserta dari kalangan pelajar, santri, dan pemagang (total 66,6%) merupakan indikator positif. Kelompok ini adalah "generasi penerus" industri animasi yang paling rentan terhadap pembentukan kebiasaan postur buruk. Intervensi pada tahap awal karir mereka jauh lebih efektif dalam mencegah MSDs kronis dibandingkan intervensi kuratif di kemudian hari (Grobelny & Michalski,

2020). Kehadiran *Lead Animator* dan CEO juga strategis, karena mereka memiliki wewenang untuk menetapkan kebijakan ergonomi di studio masing-masing, seperti pengadaan kursi ergonomis atau kebijakan jam istirahat (Noval, Hamidah, & Anggara, 2024).

2. Analisis Statistik Peningkatan Pengetahuan

Berdasarkan data pre-test 25 dan post-test 25, dilakukan analisis deskriptif dan inferensial. Skor maksimal yang dapat dicapai adalah 15 poin.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Skor Pre-Test dan Post-Test

Variabel	N	Min.	Maks.	Rata-rata	Std. Deviasi
Skor Pre-Test	27	5	14	9,85	2,74
Skor Post-Test	27	7	15	11,78	2,21

Sumber: Data Primer

Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan rata-rata skor sebesar **1,93 poin** (dari 9,85 menjadi 11,78). Peningkatan persentase pengetahuan dihitung dengan rumus:

$$\text{Peningkatan} = \frac{\text{Mean Post} - \text{Mean Pre}}{\text{Mean Pre}} \times 100\% = \frac{11,78 - 9,85}{9,85} \times 100\% \approx 19,6\%$$

Kenaikan skor minimal dari 5 menjadi 7 juga menunjukkan bahwa peserta dengan pengetahuan awal terendah pun mendapatkan manfaat dari edukasi ini.

Uji Normalitas dan Hipotesis

Untuk menguji signifikansi peningkatan ini, dilakukan uji normalitas pada selisih skor (*gain score*). Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan nilai *sig* > 0,05, yang berarti data selisih berdistribusi normal. Sesuai dengan kaidah statistik maka digunakan Uji T Berpasangan (*Paired Sample T-Test*) (Hinton, 2024).

Hipotesis:

- $H_0: \mu_{pre} = \mu_{post}$ (Tidak ada perbedaan rata-rata pengetahuan sebelum dan sesudah kegiatan).
- $H_1: \mu_{post} > \mu_{pre}$ (Terdapat peningkatan rata-rata pengetahuan yang signifikan setelah kegiatan).

Hasil perhitungan statistik:

- Nilai t-hitung: -4,825
- Derajat kebebasan (*df*): 26
- Nilai signifikansi (p-value): 0,000 (*Two-tailed*)

Karena nilai $p < 0,05$, maka H_0 ditolak. Hal ini membuktikan secara statistik bahwa **terdapat peningkatan pengetahuan yang signifikan** pada peserta mengenai ergonomi dan penggunaan aplikasi ErgoVision setelah mengikuti kegiatan pengabdian ini.

3. Analisis Butir Soal dan Materi Ergonomi

Analisis butir soal pada pre-test dan post-test memberikan wawasan mendalam mengenai perubahan pemahaman peserta terhadap konsep-konsep kunci ergonomi.

Pada materi 'Definisi dan Tujuan Ergonomi' saat pre-test, terdapat miskonsepsi bahwa ergonomi hanyalah tentang "kenyamanan kursi" atau bahkan "cara menambah jam lembur". Setelah edukasi, mayoritas peserta mampu mendefinisikan ergonomi secara tepat sebagai ilmu multidisiplin yang mengoptimalkan interaksi manusia dengan sistem untuk kesejahteraan (*well-being*) dan kinerja sistem. Pemahaman ini fundamental karena mengubah paradigma ergonomi dari sekadar "biaya tambahan" menjadi investasi produktivitas.

Materi 'Identifikasi Risiko MSDs dan Kesehatan Mata' merupakan salah satu peningkatan pemahaman yang paling menonjol terjadi pada butir soal terkait aturan kesehatan mata. Banyak animator mengalami kelelahan mata (*Digital Eye Strain*) namun tidak mengetahui teknik mitigasinya. Pengenalan aturan "20-20-20" (Setiap 20 menit, alihkan pandangan sejauh 20 kaki selama 20 detik) diterima dengan sangat baik karena sederhana dan tanpa biaya. Data post-test menunjukkan hampir seluruh peserta menjawab benar pada topik ini. Selain itu, kemampuan identifikasi gejala *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) dan *Low Back Pain* (LBP) juga meningkat, yang krusial untuk deteksi dini gejala sebelum menjadi kronis (Prasetya, et al., 2024).

Setelah pemberian materi terdapat koreksi pemahaman teknis juga terjadi pada pengaturan postur, yaitu:

- 1) Posisi Kaki: Peserta memahami bahwa kaki tidak boleh menggantung (yang dapat menghambat sirkulasi darah popliteal), melainkan harus menapak penuh di lantai atau menggunakan pijakan kaki (*footrest*).
- 2) Sudut Siku dan Lutut: Peserta belajar bahwa sudut siku dan lutut yang ideal bukanlah 90 derajat kaku, melainkan dalam rentang 90-120 derajat untuk siku dan 90-100 derajat untuk lutut guna mengurangi beban statis otot (Kee, 2022).
- 3) Posisi Leher: Ini adalah aspek paling kritis bagi animator. Kebiasaan menunduk (*forward head posture*) untuk melihat detail gambar di tablet sangat umum. Melalui aplikasi ErgoVision, peserta dapat melihat visualisasi sudut leher mereka. Jika sudut leher melebihi 20 derajat, aplikasi memberikan peringatan. Edukasi ini tercermin dalam peningkatan skor pada pertanyaan terkait posisi leher yang netral.

4. Implementasi dan *Usability Testing* Aplikasi ErgoVision

Bagian integral dari pengabdian ini adalah pengujian aplikasi ErgoVision. Berbeda dengan metode penilaian manual (RULA/REBA) yang membutuhkan ahli dan waktu lama, ErgoVision menawarkan *feedback* instan.



Gambar 3. Penjelasan Uji Usability Testing

Teknologi dan Mekanisme

Aplikasi ini menggunakan algoritma *pose estimation* berbasis *Deep Learning* (seperti MediaPipe) untuk mendeteksi *landmark* tubuh dari input kamera 2D (Chatzis, Konstantinidis, & Dimitropoulos, 2022). Sistem kemudian menghitung sudut vektor antar sendi (bahu-siku-pergelangan, telinga-bahu-pinggul) dan memetakan hasilnya ke dalam tabel skor risiko RULA secara otomatis (Agostinelli, Generosi, Ceccacci, & Mengoni, 2024).

Hasil Usability Testing:

Berdasarkan observasi dan umpan balik selama sesi *workshop*:

1. **Efektivitas (Effectiveness):** Peserta berhasil melakukan instalasi dan kalibrasi aplikasi. Aplikasi mampu mendeteksi postur duduk peserta secara akurat dalam kondisi pencahayaan yang cukup.
2. **Efisiensi (Efficiency):** Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan penilaian risiko terpangkas drastis dari hitungan menit (manual) menjadi *real-time* (milidetik). Ini memungkinkan animator untuk bekerja sambil memonitor postur tanpa gangguan berarti.
3. **Kepuasan (Satisfaction):** Peserta merasa terbantu dengan adanya visualisasi "garis kerangka" di layar. Fitur ini bertindak sebagai cermin digital yang objektif. Banyak peserta yang terkejut menyadari betapa buruknya postur alami mereka saat bekerja, yang sebelumnya tidak mereka sadari.

Kendala Teknis: Beberapa kendala teridentifikasi selama uji coba, antara lain sensitivitas deteksi terhadap kondisi cahaya redup (umum di studio animasi) dan oklusi (bagian tubuh tertutup meja atau sandaran kursi). Hal ini sejalan dengan tantangan umum dalam penerapan computer vision di lingkungan kerja nyata (Murugan , et al., 2025). Namun, sebagai alat *screening* awal dan edukasi mandiri, ErgoVision dinilai sangat fungsional.

5. Implikasi bagi Industri Kreatif

Penerapan teknologi ini memiliki implikasi luas bagi ekosistem industri kreatif di Malang. Dengan memberdayakan pekerja untuk memantau kesehatan mereka sendiri, studio dapat mengurangi angka absensi akibat sakit dan klaim kesehatan. Lebih jauh lagi, ini mendukung terciptanya lingkungan kerja yang berkelanjutan (*sustainable work environment*) yang menjadi daya tarik bagi talenta-talenta muda. Integrasi teknologi dalam K3 juga menandai langkah maju industri kreatif Malang menuju standar Industri 5.0 yang berpusat pada manusia (*human-centric*) (Agostinelli, Generosi, Ceccacci, & Mengoni, 2024).

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini telah berhasil mencapai tujuannya dalam meningkatkan literasi ergonomi dan kemampuan manajemen risiko kesehatan kerja pada komunitas animator di Malang. Analisis statistik membuktikan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan ($p < 0,001$) pasca-intervensi. Penggunaan aplikasi ErgoVision terbukti efektif sebagai media edukasi interaktif yang mampu memvisualisasikan risiko postur yang abstrak menjadi data yang konkret dan mudah dipahami. Program ini tidak hanya memberikan wawasan teoritis tetapi juga alat praktis yang dapat digunakan secara berkelanjutan untuk mencegah terjadinya *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

Untuk menjamin keberlanjutan dan penyempurnaan program di masa depan, serangkaian langkah strategis perlu diambil oleh berbagai pemangku kepentingan. Dari

sisi pengembangan teknologi, fokus utama harus diarahkan pada optimalisasi algoritma agar aplikasi mampu bekerja responsif dalam kondisi pencahayaan rendah dan mengatasi masalah oklusi objek yang kerap ditemui di meja kerja animator. Nilai guna aplikasi juga dapat ditingkatkan secara signifikan melalui penambahan fitur interaktif, seperti notifikasi suara atau pop-up pengingat untuk melakukan istirahat singkat (*micro-break*).

Selanjutnya, bagi mitra industri dan institusi, disarankan untuk mulai mengintegrasikan pemeriksaan ergonomi rutin sebagai prosedur standar sebelum memulai proyek besar. Hal ini perlu didukung dengan perubahan pola pikir manajemen, di mana penyediaan fasilitas kerja yang *adjustable* (seperti kursi ergonomis dan monitor *arm*) harus dipandang sebagai investasi vital untuk menjaga aset SDM, bukan sekadar beban biaya operasional.

Terakhir, bagi kalangan akademisi dan pengabdi selanjutnya, dampak klinis aplikasi ErgoVision perlu divalidasi lebih lanjut melalui studi longitudinal selama 6 hingga 12 bulan untuk mengukur penurunan keluhan nyeri otot secara nyata. Mengingat kemiripan karakteristik kerja, perluasan implementasi ke sektor lain seperti pengembang game dan programmer juga sangat direkomendasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapakan terima kasih banyak kepada P3M Politeknik Negeri Media Kreatif atas dukungan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian.

Daftar Rujukan

- Agostinelli, T., Generosi, A., Ceccacci, S., & Mengoni, M. (2024). Validation of computer vision-based ergonomic risk assessment tools for real manufacturing environments. *14(1)*, 27785. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-024-79373-4>
- Bidang Komunikasi dan Informasi Publik Pemerintah Malang Kota. (2023, Juli 9). *Mengenal Zeus Animation, Studio Animasi di Kota Malang*. Retrieved from Pemerintah Kota Malang: <https://malangkota.go.id/2023/07/09/mengenal-zeus-animation-studio-animasi-di-kota-malang/>
- Chang, W., Bejjani, F., Chyan, D., & Bellegarde, M. (1987). Occupational musculoskeletal disorders of visual artists. A questionnaire and video analysis. *Ergonomics*, 33-46. doi:<https://doi.org/10.1080/00140138708969675>
- Chatzis, T., Konstantinidis, D., & Dimitropoulos, K. (2022). Automatic Ergonomic Risk Assessment Using a Variational Deep Network Architecture. *Sensors (Basel)*, 22(16), 6051. doi:<https://doi.org/10.3390/s22166051>
- Grobelny, J., & Michalski, R. (2020). Preventing Work-Related Musculoskeletal Disorders in Manufacturing by Digital Human Modeling. *International journal of environmental research and public health*, 8676. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17228676>
- Hinton, P. R. (2024). Statistics Explained. In P. R. Hinton, *Statistics Explained* (p. 356). London: Routledge. doi:<https://doi.org/10.4324/9780429353260>
- Kee, D. (2022). Systematic comparison of OWAS, RULA, and REBA based on a literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 595. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph19010595>
- Marfuah, H., Syah, F., & Hapsari, Y. (2023). Evaluasi Ergonomi Desain Ruang Kerja dengan Pendekatan Computer Vision Berbasis Postur Tubuh Menggunakan Metode Haar Cascade. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, 1-10. Retrieved from <https://ojs.uajy.ac.id/index.php/SENASTI/article/view/7910>
- Murugan , A., Noh , G., Jung , H., Kim , E., Kim , K., You , H., & Boufama , B. (2025). Optimising computer vision-based ergonomic assessments: sensitivity to camera position and monocular 3D pose model. *Ergonomics*, 120-137. doi:[10.1080/00140139.2024.2304578](https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2304578)
- Noval, M., Hamidah, S., & Anggara, I. (2024). Pendidikan dan Pelatihan Ergonomi bagi Pekerja untuk Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Kerja dalam Sistem Produksi

- Industri. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia (JPKMI)*, 4(2), 16-23.
doi:<https://doi.org/10.55606/jpkmi.v4i2.5904>
- Prasetya, T., Al Mamun, A., Rahmania, A., Ahmed, M., Uddin, A., Nilamsari, N., & Wardani, R. (2024). Prevalence and associated risk factors of musculoskeletal disorders among information technology (IT) professionals: A systematic review. *Narra J*, 4(3), e1100.
- Revolutionizing Ergonomics Analysis with Computer Vision: Harnessing the Power of AI*. (n.d.). Retrieved from The Ergonomic Center NC State University: <https://ergocenter.ncsu.edu/revolutionizing-ergonomics-analysis-with-computer-vision-harnessing-the-power-of-ai/>
- Unal, U., & Cifcili, S. (2020). The prevalence of performance-related musculoskeletal disorders in fine arts faculty students and academics. *Work*, 66(1), 125-133.
doi:<https://doi.org/10.3233/wor-203157>
- Wardani, L., Ari, I., & Maulidi, C. (2019). Strategi Pengembangan Industri Animasi Kota Malang. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 169-180.
- Yang, Z., Song, D., Ning, J., & Wu, Z. (2024). A Systematic Review: Advancing Ergonomic Posture Risk Assessment Through the Integration of Computer Vision and Machine Learning Techniques. *IEEE Access*, 180481-180519.
doi:[10.1109/ACCESS.2024.3509447](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3509447)