

Analisis Penerapan *Project Management Tools Digital* terhadap Beban Kerja Mental dan Produktivitas Pengawas Lapangan pada PT Menara Mas Cabang Papua

Wiranto^{a*}, Sudirman^a, M. Dkahri Sanusi^a, Syarifuddin Arief^a, Desi Arisandi^b

^a Politeknik Lembaga Pendidikan dan Pengembangan Profesi Indonesia Makassar, Indonesia

^b Univeristas Indonesia Timur Makassar, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Receied : 25-07-2026

Reised : 15-08-2026

Accepted : 20-08-2026

Keywords: *Field Supervisors, Mental Workload, Productivity, Project Management Tools*

Kata Kunci: *Beban Kerja Mental, Pengawas Lapangan, Produktivitas, Project Management Tools*

Corresponding Author:

wirantoamin@gmail.com*

DOI: <https://doi.org/10.62335>

ABSTRACT

The digitalization of construction management and field operations in extreme geographical areas requires precise technological interventions. This study aims to empirically analyze the impact of implementing digital project management tools on the mental workload and productivity level of field supervisors at PT Menara Mas, Papua Branch. Utilizing a quantitative causal-comparative design, data were gathered from 10 primary field supervisors using structured Likert-scale questionnaires extracted. Statistical data analysis was executed through two separate simple linear regression models via SPSS version 26. The results of Model I reveal that the implementation of digital project management tools has a positive and highly significant effect on mental workload, with a correlation coefficient (R) = 0.995, coefficient of determination (R^2) = 0.990, and a significance value of $p = 0.000 < 0.05$. Conversely, Model II proves that the productivity level of field supervisors yields no significant impact on the workers' mental workload ($R^2 = 0.142$; $p = 0.282 > 0.05$). These findings reinforce that digital automation drives high cognitive demands due to strict real-time monitoring, whereas physical productivity at Papua jobsites is governed by distinct external technical and operational factors.

ABSTRAK

Digitalisasi manajemen konstruksi dan operasional lapangan di wilayah geografis ekstrem membutuhkan intervensi teknologi yang tepat guna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara empiris dampak penerapan *Project Management Tools Digital* terhadap beban kerja mental dan tingkat produktivitas kerja pengawas lapangan pada PT Menara Mas Cabang Papua. Menggunakan rancangan penelitian kuantitatif kausal-komparatif,

data dikumpulkan dari 10 responden pengawas lapangan utama menggunakan kuesioner berskala Likert terstruktur. Analisis data statistik dilakukan menggunakan teknik regresi linear sederhana dua model terpisah melalui bantuan program SPSS versi 26. Hasil analisis Model I menemukan bahwa penerapan *project management tools digital* berpengaruh positif dan sangat signifikan terhadap beban kerja mental pengawas lapangan dengan nilai koefisien korelasi (R) = 0,995, koefisien determinasi (R^2) = 0,990, dan nilai signifikansi $p = 0,000 < 0,05$. Sebaliknya, pengujian pada Model II membuktikan bahwa tingkat produktivitas pengawas lapangan tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap beban kerja mental pekerja ($R^2 = 0,142$; $p = 0,282 > 0,05$). Temuan ini menegaskan bahwa otomatisasi digital memicu tekanan kognitif tinggi akibat pemantauan ketat yang bersifat *real-time*, sementara produktivitas fisik di lapangan Papua dikendalikan oleh faktor teknis operasional eksternal yang terpisah.

PENDAHULUAN

Dalam lima puluh tahun terakhir, industri konstruksi di seluruh dunia telah menyaksikan akselerasi transformasi digital. Untuk memastikan efisiensi siklus hidup proyek, sektor konstruksi, yang secara historis dikenal kaku dan memiliki tingkat fragmentasi operasional tinggi, sekarang harus beralih ke platform manajemen digital berbasis awan. Aplikasi digital seperti *Procore*, *Autodesk Construction Cloud*, *Trello*, dan *Jira* dapat membantu memitigasi deviasi waktu, menyinkronkan data finansial, dan mengirimkan visualisasi data lapangan ke manajemen pusat secara instan. Mengingat tantangan geografis, isolasi, dan biaya transportasi 1278rofessi yang mahal di Papua, PT Menara Mas Cabang Papua harus mengoperasikan teknologi ini. Secara umum, ada tiga kelompok orang yang bertanggung jawab atas keberadaan suatu perusahaan: pihak ekstern, pihak intern, dan pihak pemerintah, mereka inilah yang akan memiliki tanggung jawab secara penuh atas keberlangsungan aktivitas yang ada dalam perusahaan tersebut (Sudirman, et, al, 2025)

Pengawas lapangan, atau pengawas lapangan, adalah orang yang paling penting. Mereka bertanggung jawab untuk memasukkan data 1278rofessi harian, memantau kualitas, memotret dokumentasi, dan segera menanggapi petunjuk tentang perubahan desain melalui aplikasi. Dalam mengkaji kemajuan teknologi, sebuah bisnis juga harus berfungsi sebagai platform bagi pertumbuhan 1278rofessional karyawannya dan pengenalan terhadap era digital kontemporer untuk membekali mereka dengan keterampilan yang diperlukan untuk mendukung organisasi dan menjalankan bisnis (Sudirman, et, al 2024). Namun, meskipun janji efisiensi yang ditawarkan, peralihan mendadak ke sistem tata kelola digital dapat menyebabkan masalah baru, seperti

peningkatan ketegangan psikologis dan beban kerja mental juga dikenal sebagai beban kerja mental di antara karyawan. Kelelahan kognitif (kognitif overload) dapat disebabkan oleh budaya yang terus terhubung (selalu terhubung), tuntutan untuk memahami antarmuka aplikasi baru yang rumit, dan tekanan untuk memastikan bahwa performa Anda diawasi secara langsung oleh manajemen pusat. Jika beban mental ini tidak dikelola dengan baik, tujuan utama penerapan teknologi digital untuk meningkatkan produktivitas pengawas lapangan berisiko menjadi tidak produktif. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan penelitian ilmiah tentang hubungan nyata antara intervensi platform manajemen digital, beban kerja mental, dan produktivitas pengawas lapangan di daerah sulit seperti Papua.

Project Management Tools Digital (Variabel X); Alat manajemen proyek digital adalah ekosistem perangkat lunak terintegrasi yang memungkinkan penjadwalan, alokasi sumber daya manusia, manajemen dokumen konstruksi, alur koordinasi lapangan, dan pelacakan harian. Kerangka Model Accepted Technology (TAM) dan dimensi lingkungan organisasi konstruksi kontemporer adalah dasar analisis adopsi alat digital ini. Indikator menunjukkan kemudahan operasional aplikasi, kelengkapan fitur pelaporan, keandalan sistem tanpa jaringan internet (dalam mode offline), dan kemudahan komunikasi multijalur.

Beban Kerja Mental (Variabel Y1); Kebegian kerja mental didefinisikan sebagai perbedaan tingkat kemampuan pemrosesan kognitif seseorang dibandingkan dengan total akumulasi tugas instruksional yang harus diselesaikannya. Tekanan waktu (demanda waktu), tingkat performa yang diharapkan (demanda performa), tingkat frustrasi (tingkat frustrasi), dan usaha mental (effort mental) adalah semua faktor yang memengaruhi cara evaluasi beban mental pekerja lapangan dalam bidang ergonomi kognitif. Dengan menggunakan teknologi baru, dapat terjadi efek pengurangan memori kognitif, yang berarti bahwa memori internal manusia menjadi lebih ringan. Sebaliknya, anomali tekanan teknologi apabila sistem digital meningkatkan beban laporan administrasi.

Produktivitas Pengawas Lapangan (Variabel Y2); Dalam industri konstruksi, produktivitas kerja didefinisikan sebagai rasio perbandingan keberhasilan output fungsional yang dihasilkan terhadap pemanfaatan input sumber daya secara efisien dalam satuan waktu kerja normal. Indikator pemenuhan produktivitas bagi pengawas lapangan termasuk ketepatan waktu pelaporan, kecepatan penyelesaian masalah di area proyek (RFI response time), akurasi kontrol kualitas fisik struktur bangunan, dan kemampuan untuk mengurangi rework.

METODE

Metode kuantitatif kausal-komparatif digunakan dalam desain penelitian ini. Pengawas lapangan aktif di proyek PT Menara Mas Cabang Papua adalah subjek analisis

penelitian ini. Jumlah sampel jenuh, atau sampling, diambil dari sepuluh pengawas lapangan utama yang menjawab, karena populasi pengawas lapangan utama sangat terbatas. Data utama yang digunakan untuk analisis diambil dari dokumen registrasi pangkalan data internal. Setiap instrumen dinilai menggunakan skala Likert 5 poin, di mana 1 menunjukkan Sangat Tidak Setuju dan 5 menunjukkan Sangat Setuju. 1. Tools Digital Project Management Variabel X diuji dengan tiga belas item indikator pernyataan konfirmasi (X1.1 hingga X1.13). 2. Variabel Y1 (Beban Kerja Mental): Diuji dengan sepuluh item indikator pernyataan kognitif (Y1.1 hingga Y1.10). 3. Variabel Y2 (Produktivitas Pengawas Lapangan): Diuji dengan sepuluh indikator performa operasional (Y1.1 hingga Y1.10 untuk kluster produktivitas). Dua skema pemodelan statistik regresi linear sederhana secara sekuensial dibuat untuk memproses data statistik menggunakan program SPSS versi 26.0. Model Regresi I menguji efek eksogenitas penerapan alat manajemen proyek digital (X) terhadap beban kerja mental (Y1). Model Regresi II menguji interaksi fungsional antara tingkat produktivitas pengawas lapangan (Y2) dan beban kerja mental (Y1).

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Tabulasi Data Responden

Rekapitulasi sebaran skor agregat jawaban dari 10 responden berdasarkan data ditampilkan secara terstruktur pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Tabulasi Agregat Data Responden (N=10)

No	Skor Total Variabel X	Skor Total Variabel Y1	Skor Total Variabel Y2
1	50	38	42
2	52	40	40
3	62	47	42
4	54	41	41
5	41	30	39
6	59	46	46
7	53	41	47
8	52	40	40
9	53	41	41
10	45	34	44

Sumber: Data diolah, 2026

Analisis Hasil Model Regresi I: Pengaruh X terhadap Y1

Model analisis pertama ini memproyeksikan besaran dampak dari variabel independen *Project Management Tools Digital* (X) terhadap variabel dependen *Beban Kerja Mental* (Y1).

Koefisien Determinasi (R²) Model I

Berdasarkan visualisasi keluaran *Model Summary* SPSS, didapatkan nilai koefisien korelasi (R) senilai **0,995**, yang melambangkan tingkat hubungan linear searah berada pada derajat korelasi sangat kuat.

Tabel 2. Koefisien Determinasi (R²) Model I

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.995 ^a	.990	.989	.539	1.553

a. Predictors: (Constant), Project Manajemen Tools Digital

b. Dependent Variable: Beban Kerja Mental

Nilai *R Square* (R²) yang diproduksi adalah sebesar 0,990. Nilai empiris ini bermakna bahwa sebesar 99,0% variabilitas naik-turunnya persepsi beban kerja mental (Y1) yang dialami oleh pengawas lapangan PT Menara Mas secara mutlak dipengaruhi dan ditentukan oleh penerapan *Project Management Tools Digital* (X). Adapun sisa deviasi sebesar 1,0% diterangkan oleh variabel atau variabel residual luar yang berada di luar cakupan pemodelan ini. Angka uji *Durbin-Watson* sebesar 1,553 membuktikan model bebas dari gejala autokorelasi akut

Uji Kelayakan Model (Uji F - ANOVA)

Pengujian keabsahan prediksi model struktural regresi disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Uji F - ANOVA

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	225.275	1	225.275	775.030	.000 ^b

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Residual	2.325	8	.291		
Total	227.600	9			

a. Dependent Variable: Beban Kerja Mental

b. Predictors: (Constant), Project Manajemen Tools Digital

Nilai statistik hitung F yang dihasilkan adalah sebesar 775,030 dengan pencapaian probabilitas signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,000. Oleh karena tingkat kemunculan signifikansi jauh lebih kecil daripada nilai ambang alpha penelitian ($p=0,000<0,05$), maka diambil keputusan menolak Hipotesis Nol (H_0) dan menerima Hipotesis Alternatif (H_a). Kesimpulannya, model regresi linear pertama ini berstatus sangat layak (*highly fit*) untuk digunakan memprediksi dinamika beban kerja mental.

Koefisien Parameter Regresi Model I**Tabel 4.** Koefisien Parameter Regresi Model I

Coefficients^a					
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
Model		B	Std. Error	Beta	t Sig.
1	(Constant)	-3.318	1.558		-2.130 .066
	Project Manajemen Tools Digital	.828	.030	.995	27.839 .000

a. Dependent Variable: Beban Kerja Mental

Melalui pembacaan matriks pangkalan data *Coefficients*, diturunkan formulasi matematis persamaan garis regresi linear sebagai berikut: $Y_1 = -3,318 + 0,828 \cdot X$

Interpretasi substansial dari nilai koefisien regresi pengubah arah tersebut memaparkan informasi berikut nilai konstanta intersep bernilai minus (-3,318) menggambarkan kondisi teoritis batas bawah psikologis pekerja. Koefisien regresi nilai B bagi variabel *Project Management Tools Digital* bertanda positif sebesar 0,828 disertai skor uji-t parsial sebesar 27,839 berstatus signifikansi 0,000 ($p<0,05$). Hal ini membuktikan bahwa penambahan intensitas implementasi sistem digitalisasi manajemen

proyek sebesar 1 satuan skor, secara linear instan akan mengelevasi penambahan beban kerja mental kognitif pengawas lapangan sebesar 0,828 satuan skor.

Analisis Hasil Model Regresi II: Hubungan Y2 terhadap Y1

Model analisis regresi linear kedua ditempuh guna mengidentifikasi besarnya sumbangsih dari variabel *Produktivitas Pengawas Lapangan* (Y2) sebagai variabel bebas terhadap *Beban Kerja Mental* (Y1).

Koefisien Determinasi (R2) Model II

Berdasarkan hasil pembacaan kalkulasi komputer, diperoleh ringkasan indeks kekuatan model sebagai berikut:

Tabel 5. Koefisien Determinasi (R2) Model II

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.377 ^a	.142	.035	4.940	2.130

a. Predictors: (Constant), Produktivitas Pengawas Lapangan

b. Dependent Variable: Beban Kerja Mental

Hasil olah data statistik menunjukkan perolehan nilai R sebesar 0,377 dengan nilai koefisien determinasi *R Square* (R2) yang hanya bertengger di angka 0,142. Data tersebut mengindikasikan korelasi yang terjalin antar-dua variabel ini tergolong sangat lemah. Tingkat variabilitas produktivitas kerja pengawas lapangan di lokasi proyek hanya mampu menjelaskan 14,2% proporsi beban kerja mental pekerja, sedangkan 85,8% faktor penentu beban kerja mental berasal dari determinan lain di luar interaksi performa kerja

Uji Kelayakan Model (Uji F - ANOVA) Model II

Hasil penilaian pengujian ANOVA untuk kelayakan estimasi struktur regresi Model II dipaparkan pada Tabel 6:

Tabel 6. Uji F - ANOVA

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	32.408	1	32.408	1.328	.282 ^b
	Residual	195.192	8	24.399		

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Total	227.600	9			

a. Dependent Variable: Beban Kerja Mental

b. Predictors: (Constant), Produktivitas Pengawas Lapangan

Dari pengujian ANOVA diperoleh nilai F-hitung sebesar 1.328 dengan pencapaian angka probabilitas signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,282. Karena prasyarat nilai $p=0,282>0,05$, maka disimpulkan bahwa garis pemodelan regresi linear ini dinyatakan *tidak signifikan* atau tidak memenuhi kriteria kelayakan pemodelan kausal kuantitatif

Koefisien Parameter Regresi Model II

Keluaran matriks estimasi parameter uji parsial untuk Model II disajikan pada Tabel 7:

Tabel 7. Koefisien Parameter Regresi Model II

Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	Model	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	9.676	26.184		.370	.721
	Produktivitas Pengawas Lapangan	.714	.619	.377	1.153	.282

a. Dependent Variable: Beban Kerja Mental

Garis persamaan regresi empiris yang terbentuk dari Tabel 7 adalah:

$$Y_1 = 9,676 + 0,714 \cdot Y_2$$

Meskipun nilai parameter arah koefisien B bernilai positif sebesar 0,714, nilai uji t-hitung parsial yang dikumpulkan hanya sebesar 1,153 dengan angka keandalan signifikansi sebesar 0,282 ($p>0,05$). Hal ini membuktikan hipotesis yang menyatakan produktivitas berpengaruh nyata terhadap beban mental secara mutlak ditolak oleh pangkalan data empiris penelitian.

Pembahasan**Pembahasan Model I: Penggunaan Alat Bantu Manajemen Digital dan Beban Kerja**

Mental Pengawas Lapangan

Pengujian Model I menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu manajemen digital memiliki hubungan yang sangat kuat dengan perubahan variabilitas beban kerja mental pengawas lapangan, dengan penurunan variabilitas sebesar 99,0 persen. Besarnya perubahan tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem manajemen digital bukan sekadar perubahan media penyampaian informasi dari sistem manual menjadi sistem elektronik, tetapi telah membawa perubahan yang cukup mendasar terhadap pola, mekanisme, dan ritme kerja pengawas lapangan. Dengan demikian, digitalisasi dalam lingkungan konstruksi perlu dipahami sebagai suatu bentuk transformasi organisasi dan transformasi pekerjaan, karena teknologi secara langsung memengaruhi cara pengawas menerima informasi, melakukan pemantauan, mengambil keputusan, menyusun laporan, dan berkomunikasi dengan pihak lain yang terlibat dalam proyek.

Dari perspektif ergonomi kognitif, perubahan tersebut dapat dijelaskan melalui adanya perubahan pada struktur tuntutan pekerjaan. Sebelum penerapan alat bantu manajemen digital, pengawas lapangan lebih banyak menjalankan aktivitas dengan pola komunikasi yang relatif asinkronus. Rapat mingguan, komunikasi langsung, pelaporan fisik tertulis, dan penyampaian informasi secara bertahap memberikan ruang bagi pengawas untuk mengatur sendiri urutan pekerjaan dan waktu penyelesaian tugas administratif. Pola tersebut menyebabkan tuntutan kognitif muncul secara relatif periodik dan tidak selalu berlangsung secara simultan.

Setelah sistem digital diterapkan, pola tersebut mengalami perubahan. Pengawas tidak hanya dituntut untuk mengawasi aktivitas konstruksi secara langsung, tetapi juga harus melakukan pembaruan data secara berkala pada aplikasi. Informasi mengenai perkembangan pekerjaan harus dimasukkan ke dalam sistem dalam waktu tertentu sehingga aktivitas administrasi dan aktivitas pengawasan lapangan berjalan secara bersamaan. Kondisi ini menciptakan dual task, yaitu pengawas harus mempertahankan perhatian terhadap kondisi fisik proyek sekaligus memperhatikan tuntutan administratif dan digital.

Perubahan tersebut menjadi penting karena pekerjaan pengawasan konstruksi pada dasarnya sudah memiliki tuntutan kognitif yang tinggi. Pengawas harus mengamati kondisi pekerjaan, mengidentifikasi penyimpangan, memastikan pekerjaan sesuai rencana, berkomunikasi dengan tenaga kerja, memeriksa material, mengantisipasi risiko, dan memberikan informasi kepada pihak manajemen. Ketika tugas-tugas tersebut ditambah dengan kewajiban melakukan input data secara berkala, maka perhatian pengawas harus dibagi antara lingkungan kerja fisik dan lingkungan informasi digital.

Penggunaan aplikasi juga menyebabkan informasi pekerjaan menjadi lebih real time. Pada sistem manual, keterlambatan laporan masih memungkinkan adanya jeda antara terjadinya suatu peristiwa dengan penyampaian informasi kepada manajemen.

Pada sistem digital, jeda tersebut semakin kecil. Perkembangan pekerjaan dapat dipantau oleh pihak kantor pusat secara lebih cepat. Konsekuensinya, pengawas lapangan tidak hanya bertanggung jawab terhadap hasil pekerjaan secara fisik, tetapi juga terhadap kecepatan dan ketepatan pembaruan informasi.

Kondisi tersebut dapat menjelaskan munculnya tekanan kognitif tambahan. Pengawas harus memastikan bahwa data yang dimasukkan ke dalam sistem benar, lengkap, dan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Kesalahan dalam memasukkan data dapat menimbulkan konsekuensi terhadap proses monitoring dan pengambilan keputusan manajemen. Oleh sebab itu, digitalisasi meningkatkan kebutuhan terhadap ketelitian, konsentrasi, memori kerja, pemrosesan informasi, dan kemampuan melakukan pengambilan keputusan secara cepat.

Selain itu, penggunaan teknologi digital memperkenalkan bentuk pengawasan baru yang dapat disebut sebagai panopticon digital. Dalam konteks penelitian ini, istilah tersebut menggambarkan kondisi ketika aktivitas pengawas menjadi lebih mudah dipantau melalui teknologi, seperti fitur pelacakan GPS, batas waktu penginputan laporan, serta pemantauan aktivitas dari kantor pusat. Pengawas mengetahui bahwa keberadaan dan aktivitasnya dapat dipantau secara lebih intensif. Akibatnya, muncul tekanan untuk selalu berada dalam kondisi siap memberikan informasi dan mempertanggungjawabkan aktivitas pekerjaan.

Panopticon digital tersebut tidak selalu berarti bahwa teknologi memberikan dampak negatif. Dari perspektif organisasi, kemampuan memantau pekerjaan secara real time dapat meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan kontrol proyek. Namun, dari perspektif ergonomi kognitif, mekanisme tersebut dapat meningkatkan kewaspadaan terus-menerus pada pekerja. Pengawas tidak hanya memikirkan apakah pekerjaan telah selesai, tetapi juga apakah pekerjaan tersebut telah diperbarui dalam sistem, apakah laporan telah dikirim tepat waktu, apakah lokasi telah tercatat dengan benar, dan apakah terdapat perubahan informasi yang harus segera ditindaklanjuti.

Kondisi tersebut dapat meningkatkan switching attention, yaitu perpindahan perhatian secara terus-menerus antara berbagai sumber informasi. Pengawas dapat berpindah dari pengamatan pekerjaan fisik ke layar perangkat, kemudian kembali mengamati kondisi lapangan, memeriksa komunikasi digital, melakukan input data, dan kembali melakukan koordinasi dengan tenaga kerja. Semakin sering perpindahan perhatian terjadi, semakin besar tuntutan terhadap kemampuan pengawas dalam mempertahankan fokus dan mengelola informasi.

Tuntutan kognitif juga meningkat ketika terjadi kesalahan sistem atau gangguan aplikasi. Dalam kondisi normal, aplikasi seharusnya membantu mempercepat proses pekerjaan. Namun, ketika terjadi error, koneksi tidak stabil, data tidak tersimpan, perangkat mengalami gangguan, atau sistem membutuhkan proses tertentu yang tidak

dipahami pengguna, pengawas harus melakukan pekerjaan tambahan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Akibatnya, teknologi yang pada awalnya ditujukan untuk mengurangi beban administratif justru dapat menciptakan beban tambahan apabila aspek usability dan reliabilitas sistem belum optimal.

Pengawas juga harus menghadapi kebutuhan untuk selalu mengikuti revisi informasi dan perubahan material. Dalam proyek konstruksi, perubahan spesifikasi, material, jadwal, maupun instruksi pekerjaan dapat terjadi. Sistem digital membuat informasi perubahan tersebut dapat disampaikan dengan cepat. Kecepatan informasi memberikan keuntungan bagi organisasi, tetapi sekaligus meningkatkan tuntutan terhadap pengawas untuk memproses perubahan tersebut dalam waktu singkat.

Dengan demikian, penurunan variabilitas beban kerja mental sebesar 99,0 persen dapat dipahami sebagai indikasi bahwa digitalisasi telah menciptakan pola kerja yang jauh lebih terstruktur, terukur, dan terpantau. Beban kerja mental pengawas tidak lagi sepenuhnya ditentukan oleh ritme pekerjaan lapangan, tetapi juga oleh ritme sistem digital. Jadwal penginputan, notifikasi, monitoring, GPS, pelaporan, dan pembaruan data menciptakan suatu pola kerja yang lebih konsisten tetapi sekaligus lebih intensif.

Hal penting yang perlu diperhatikan adalah bahwa angka 99,0 persen tersebut menunjukkan perubahan variabilitas, bukan secara otomatis berarti bahwa beban kerja mental menjadi 99 persen lebih tinggi atau lebih rendah secara absolut. Interpretasi yang lebih tepat adalah bahwa penggunaan alat bantu manajemen digital sangat kuat dalam menjelaskan perubahan pola atau variasi beban kerja mental yang diamati dalam model penelitian. Oleh karena itu, hasil ini sebaiknya tidak diterjemahkan secara sederhana sebagai “digitalisasi meningkatkan beban kerja mental sebesar 99 persen”, tetapi sebagai bukti bahwa digitalisasi berkaitan sangat kuat dengan perubahan pola beban kerja mental pengawas.

Pembahasan Model II: Beban Kerja Mental dan Produktivitas Fisik

Berbeda dengan Model I, hasil Model II menunjukkan bahwa beban kerja mental pengawas lapangan tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan produktivitas fisik, dengan nilai signifikansi $p = 0,282$. Karena nilai tersebut lebih besar daripada tingkat signifikansi 5 persen, maka tidak terdapat bukti statistik yang cukup untuk menyatakan bahwa perubahan beban kerja mental secara langsung menyebabkan perubahan produktivitas fisik pengawas lapangan.

Temuan ini menjadi menarik karena secara teoritis peningkatan beban kerja mental sering diasumsikan dapat memengaruhi kinerja pekerja. Namun, dalam konteks pekerjaan konstruksi yang diteliti, produktivitas fisik tidak hanya ditentukan oleh kondisi psikologis atau kognitif pengawas. Produktivitas fisik merupakan hasil interaksi berbagai faktor yang berasal dari manusia, material, mesin, metode, lingkungan, logistik, cuaca,

serta koordinasi antarorganisasi.

Pengawas lapangan memang memiliki peran penting dalam memastikan kegiatan konstruksi berjalan sesuai rencana. Akan tetapi, pengawas tidak selalu memiliki kendali langsung terhadap seluruh faktor yang menentukan output fisik. Sebagai contoh, volume pengecoran beton harian tidak hanya ditentukan oleh kemampuan pengawas dalam melakukan koordinasi, tetapi juga dipengaruhi oleh ketersediaan beton, armada pengangkut, kesiapan lokasi pengecoran, kondisi peralatan, tenaga kerja, dan akses menuju lokasi.

Demikian pula, pemasangan tiang pancang sangat bergantung pada kesiapan alat, material, kondisi tanah, operator alat, dan aspek teknis lainnya. Apabila alat mengalami kerusakan atau material terlambat datang, produktivitas fisik dapat menurun meskipun pengawas memiliki tingkat kesiapan mental yang sangat tinggi. Kondisi tersebut semakin relevan dalam konteks proyek konstruksi di Papua sebagaimana menjadi lokasi penelitian. Faktor geografis dan logistik dapat menjadi variabel eksternal yang penting dalam menentukan kelancaran kegiatan konstruksi. Ketersediaan armada logistik, jarak distribusi material, kondisi jalan, cuaca tropis lokal, kesiapan tenaga kerja, serta ketersediaan energi pendukung dapat memengaruhi output fisik proyek secara langsung.

Dengan demikian, terdapat perbedaan antara beban kerja mental pengawas dan produktivitas fisik proyek. Beban kerja mental menggambarkan tuntutan yang diterima individu dalam memproses informasi, mengambil keputusan, mempertahankan perhatian, dan menyelesaikan tugas kognitif. Sementara itu, produktivitas fisik menggambarkan jumlah atau volume pekerjaan fisik yang dapat diselesaikan dalam periode tertentu.

Keduanya berada pada dimensi yang berbeda. Seorang pengawas dapat memiliki beban kerja mental yang tinggi karena harus memonitor banyak informasi, tetapi produktivitas fisik proyek tetap tinggi karena material tersedia, tenaga kerja lengkap, alat berfungsi dengan baik, dan kondisi cuaca mendukung. Sebaliknya, seorang pengawas dapat memiliki beban kerja mental yang relatif rendah, tetapi produktivitas fisik proyek tetap rendah apabila terjadi keterlambatan material atau kerusakan alat.

Temuan Model II dengan demikian menunjukkan adanya ketahanan produktivitas fisik terhadap perubahan beban kerja mental. Artinya, perubahan tuntutan kognitif yang dialami pengawas belum tentu langsung diterjemahkan menjadi perubahan output fisik. Dalam sistem konstruksi, terdapat sejumlah mekanisme organisasi dan teknis yang dapat menjadi penyangga sehingga tekanan pada individu tidak secara otomatis menurunkan output fisik.

Salah satu mekanisme tersebut adalah pembagian kerja. Pengawas bukan satu-satunya pihak yang menentukan produktivitas fisik. Terdapat pekerja lapangan, mandor, operator alat berat, teknisi, subkontraktor, bagian logistik, dan manajemen proyek.

Masing-masing memiliki kontribusi terhadap pencapaian target. Oleh karena itu, ketika beban kerja mental seorang pengawas mengalami perubahan, sistem kerja secara keseluruhan masih dapat mempertahankan produktivitas melalui kontribusi pihak-pihak lain.

Selain itu, pengalaman dan kompetensi pengawas dapat menjadi faktor yang membantu mereka menghadapi tuntutan mental tanpa mengurangi kemampuan koordinasi lapangan. Pengawas yang telah terbiasa dengan tekanan pekerjaan konstruksi mungkin mampu mengembangkan strategi kerja tertentu untuk memprioritaskan tugas, mengelola informasi, dan mengambil keputusan dengan cepat.

Hubungan antara Model I dan Model II

Jika Model I dan Model II dilihat secara bersamaan, terdapat temuan penting mengenai ketidaksamaan antara transformasi digital dan produktivitas fisik. Model I menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu manajemen digital sangat berkaitan dengan perubahan beban kerja mental, sedangkan Model II menunjukkan bahwa perubahan beban kerja mental tersebut tidak secara signifikan berkaitan dengan produktivitas fisik.

Temuan ini menunjukkan bahwa digitalisasi dapat mengubah pengalaman kerja tanpa harus mengubah output fisik secara langsung. Dengan kata lain, teknologi digital dapat terlebih dahulu memengaruhi cara seseorang bekerja, kemudian memengaruhi bagaimana informasi diproses, bagaimana pekerjaan diawasi, dan bagaimana keputusan dibuat. Namun, perubahan tersebut belum tentu langsung memengaruhi jumlah pekerjaan fisik yang berhasil diselesaikan.

Hal ini memberikan pemahaman bahwa keberhasilan digitalisasi dalam proyek konstruksi tidak seharusnya hanya diukur berdasarkan peningkatan produktivitas fisik. Evaluasi juga perlu mempertimbangkan perubahan dalam beban kognitif, kualitas informasi, kecepatan pelaporan, akurasi pengawasan, transparansi, koordinasi, dan akuntabilitas.

Apabila organisasi hanya melihat indikator seperti volume pengecoran, jumlah tiang pancang, atau luas pekerjaan yang selesai, maka perubahan beban kerja mental akibat digitalisasi mungkin tidak terlihat. Padahal, di balik output fisik yang relatif stabil, pengawas mungkin mengalami perubahan besar dalam cara mereka mengelola informasi dan menjalankan pekerjaan.

Implikasi Manajerial

Hasil penelitian ini memberikan beberapa implikasi bagi manajemen PT Menara Mas Cabang Papua. Pertama, penerapan teknologi digital perlu diikuti dengan desain pekerjaan yang memperhatikan ergonomi kognitif. Aplikasi sebaiknya tidak hanya dirancang untuk memenuhi kebutuhan manajemen dalam memperoleh data, tetapi juga mempertimbangkan kemampuan pengguna dalam memproses informasi.

Kedua, organisasi perlu menghindari over-monitoring. GPS, batas waktu pelaporan, dan monitoring real time memang dapat meningkatkan kontrol, tetapi jika digunakan secara berlebihan dapat menciptakan tekanan psikologis dan kewaspadaan yang terus-menerus. Sistem monitoring perlu diarahkan pada peningkatan akuntabilitas, bukan sekadar pengawasan individu.

Ketiga, perlu dilakukan penyederhanaan proses input data. Apabila pengawas harus memasukkan informasi yang sama ke beberapa bagian aplikasi, maka terjadi pekerjaan administratif berulang yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses konstruksi.

Keempat, perusahaan perlu menyediakan pelatihan digital yang berkelanjutan. Pelatihan tidak hanya berisi cara menggunakan aplikasi, tetapi juga mencakup cara mengelola informasi, mengatasi error, menentukan prioritas notifikasi, dan menggunakan sistem digital secara efisien.

Kelima, organisasi perlu menyediakan dukungan teknis yang responsif. Gangguan aplikasi atau koneksi tidak seharusnya sepenuhnya menjadi tanggung jawab pengawas lapangan karena dapat mengalihkan perhatian mereka dari pekerjaan inti pengawasan konstruksi.

Keenam, indikator kinerja pengawas sebaiknya tidak hanya didasarkan pada kecepatan pelaporan digital. Evaluasi perlu menggabungkan akurasi laporan, kualitas pengawasan, penyelesaian masalah, keselamatan kerja, koordinasi, dan pencapaian target proyek.

SIMPULAN, KETERBATASAN DAN SARAN

Penerapan alat manajemen proyek digital (X) terbukti memiliki dampak positif dan sangat signifikan terhadap peningkatan beban kerja mental (Y1) pengawas lapangan di PT Menara Mas Cabang Papua. Kekuatan determinasi dampak intervensi teknologi digital ini mencapai angka mutlak 99,0 persen ($p=0,000$). 2. Produktivitas pengawas lapangan (Y2) terbukti tidak memiliki dampak nyata atau signifikan terhadap pergeseran tingkat beban kerja mental (Y1) pekerja, dengan tingkat kesesuaian yang lebih rendah

Keterbatasan

Salah satu batasan utama penelitian kuantitatif ini adalah bahwa ukuran jumlah sampel responden yang berskala mikro ($N=10$) tidak dapat digunakan. Hal ini disebabkan oleh jumlah personel pengawas utama yang terbatas di lokasi operasional regional Papua. Selain itu, penelitian ini tidak memeriksa variabel kontekstual lingkungan eksternal dari wilayah Indonesia Timur, seperti tingkat penetrasi kestabilan sinyal internet provider seluler di lokasi proyek dan tingkat kesiapan pekerja senior untuk literasi digital.

Saran

Saran Praktis untuk PT Menara Mas; Manajemen disarankan untuk menyederhanakan atau mengubah cara menu laporan harian dimasukkan ke dalam aplikasi digital agar pengawas tidak mengalami beban mental administratif ganda. Selain itu, perusahaan harus menyediakan modul operasional aplikasi yang dapat diakses secara luring (*offline capability*). Hal ini dilakukan untuk mengurangi kecemasan teknologi yang disebabkan oleh hambatan hilangnya jaringan internet di wilayah Papua.

Saran untuk Penelitian Akademis Selanjutnya; Peneliti masa depan harus memperluas cakupan wilayah pengumpulan sampel lintas kantor cabang perusahaan konstruksi lain di Indonesia Timur. Selanjutnya, peneliti harus memasukkan variabel mediasi atau moderasi, seperti variabel technostress dan variabel hambatan infrastruktur telekomunikasi, melalui wawancara kualitatif mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Blaza, S., & Hughes, R. (2013). The indicators of construction productivity and human resources behavior. *Journal of Construction Engineering*, 44(2), 112-125.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in Psychology*, 52, 139-183.
- Hutagalung, M. (2024). *The challenge of implementation Indonesia Industry 4.0 Readiness Index (INDI 4.0) in infrastructure company case study*. Full Master Thesis, UPT Perpustakaan Institut Teknologi Bandung.
- Jogiyanto, H. M. (2007). *Sistem Informasi Keperilakuan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Li, X., Wang, J., & Zhang, Y. (2026). Digital empowerment and risk management: Dual-path mechanisms and boundary conditions for the sustainable transformation of the construction industry. *Buildings*, 16(9), 1762.
- SafeWork NSW. (2025). *Designing work to manage psychosocial risks: A comprehensive system thinking framework*. New South Wales Government Statutory Report.
- SaaSRat. (2026). *Best construction management software in 2026: Features, integrations, and field productivity analysis*. SaaSRat Business Technology Categories Report.
- Sismar, A., Syah, S. R., & Sudirman, S. (2023). Analisis Variabel Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT Financial Multi Finance Makassar. *Jurnal Mirai Management*, 8(2), 413-419.
- Sismar, A., Syam, A. W., & Supardi, E. (2025). Analisis penerapan gaya kepemimpinan dan faktor motivasi kerja terhadap kinerja karyawan pada pt indomarco prismatama

- makassar. *Jurnal pemerintahan, politik anggaran dan adiminstrasi publik*, 5(1), 258-269.
- Sudirman, M. Analisis Pengendalian Biaya Operasional Pada PT Midi Utama Indonesia Tbk.
- Sudirman, S., Pratama, G., Syah, S. R., Syafrimasyah, S., & Tawakkal, U. (2025). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketepatan Penyampaian Pelaporan Keuangan pada PT Bank Sulselbar Cabang Makassar. *AKSIOMA: Jurnal Sains Ekonomi dan Edukasi*, 2(8), 2140-2154.
- Studying Machine. (2026). *Unlock your brain's potential with the cognitive unloading method: Optimizing kognitif via note-taking applications and digital task management tools*. Studying Machine Cognitive Insights.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tarwaka. (2014). *Ergonomi Industri: Dasar-dasar pengetahuan ergonomi dan aplikasi di tempat kerja*. Surakarta: Harapan Press.