

The Technology Acceptance Models in Preventive Maintenance System Utility in Pharmaceutical Industry

Kiki Hendarsyah¹, Didit Damur Rochman²

Master's Program in Management, Faculty of Economics and Business,
Widyatama University

¹hendarsyah_kiki@widyatama.ac.id, ²diditdr@widyatama.ac.id

Abstract

PT XYZ has implemented digital transformation through the development of an Electronic Equipment Management System (E-EMS) in response to the need for effective and efficient manual recording and preventive maintenance utilities in the GMP area. This web-based application integrates all data components as well as preventive maintenance schedules and reports, thereby strengthening inspection readiness and compliance with Good Manufacturing Practices (GMP). However, the extent to which the adoption of E-EMS, attitudes toward its use, and utilization of the system affect GMP indicators remains unknown. This study aims to analyze the influence of perceived ease of use (PeoU) on perceived usefulness (PU) and attitude toward using (ATU), and behavioral intention to use (BIU) on actual system usage (ASU) as indicators of GMP achievement. The method used is a quantitative approach with an explanatory survey design to test the relationship between constructs. It also includes social influences and cognitive-instrumental processes such as subjective norm, image, job relevance, output quality, and result demonstrability, with experience and voluntaries as contextual factors that can influence the relationship between variables in the Technology Acceptance Model (TAM2). Data were collected through structured questionnaires and analyzed using Descriptive Analysis and Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS). The results show that perceived usefulness (PU) is significantly influenced by output quality (OQ), result demonstrability (RD), and job relevance (JR). The social factors of subjective norm (SN), image (Im), and experience (Ex) have no direct effect. Perceived ease of use (PEoU) has a positive and significant effect on perceived usefulness (PU). Employee attitudes are more influenced by ease than benefits (PEoU → ATU), while PU → ATU is not significant, meaning that PT XYZ employees have a positive attitude toward E-EMS when the system feels practical and not difficult, not because the system is useful. However, the attitude of continuous use intention arises when the system has positive and convenient characteristics driven by ease.

Keywords: TAM2, E-EMS, GMP, Digitalization, Technology Acceptance

Abstrak

PT XYZ telah mengimplementasikan transformasi digital melalui pengembangan *Electronic Equipment Management System* (E-EMS) sebagai respons terhadap kebutuhan akan sistem pencatatan manual dan utilitas pemeliharaan preventif yang efektif dan efisien di area GMP. Aplikasi berbasis web ini mengintegrasikan seluruh komponen data serta jadwal dan laporan pemeliharaan preventif, sehingga memperkuat kesiapan inspeksi dan kepatuhan terhadap *Good Manufacturing Practices* (GMP). Namun demikian, sejauh mana adopsi E-EMS, sikap terhadap penggunaannya, serta tingkat pemanfaatan sistem tersebut memengaruhi indikator pencapaian GMP masih belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *perceived ease of use* (PEoU) terhadap *perceived usefulness* (PU) dan *attitude toward using* (ATU), serta pengaruh *behavioral intention to use* (BIU) terhadap *actual system usage* (ASU) sebagai indikator pencapaian GMP. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan desain survei eksplanatori untuk menguji hubungan antar konstruk. Penelitian ini juga memasukkan pengaruh sosial dan proses kognitif-instrumental, seperti *subjective norm*, *image*, *job relevance*, *output quality*, dan *result demonstrability*, dengan *experience* dan *voluntariness* sebagai faktor kontekstual yang dapat memengaruhi hubungan antar variabel dalam *Technology Acceptance Model* (TAM2). Data dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif serta *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *perceived usefulness* (PU) dipengaruhi secara signifikan oleh

output quality (OQ), *result demonstrability* (RD), dan *job relevance* (JR). Faktor sosial berupa *subjective norm* (SN), *image* (Im), dan *experience* (Ex) tidak berpengaruh secara langsung. *Perceived ease of use* (PEoU) berpengaruh positif dan signifikan terhadap *perceived usefulness* (PU). Sikap karyawan lebih dipengaruhi oleh kemudahan penggunaan dibandingkan manfaat sistem (PEoU → ATU), sedangkan pengaruh PU → ATU tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa karyawan PT XYZ memiliki sikap positif terhadap E-EMS ketika sistem dirasakan praktis dan mudah digunakan, bukan semata-mata karena kegunaannya. Namun demikian, niat untuk terus menggunakan sistem muncul ketika E-EMS memiliki karakteristik yang positif dan mudah, yang terutama didorong oleh faktor kemudahan.

Kata kunci: TAM2, E-EMS, GMP, Digitalisasi, Penerimaan Teknologi.

1. Pendahuluan

Untuk menjamin terlaksananya *Good Manufacturing Practices* (GMP) dalam industri manufaktur yang melibatkan penggunaan mesin atau fasilitas berteknologi canggih, perusahaan farmasi melakukan inspeksi kinerja sistem mesin melalui pencatatan, pendokumentasian, dan pengolahan data dalam jumlah besar untuk berbagai aspek supervisi. Praktik tersebut sejalan dengan tuntutan kepatuhan regulatif dalam penerapan *Cara Pembuatan Obat yang Baik* (CPOB) dan *Cara Distribusi Obat yang Baik* (CDOB), khususnya terkait aspek dokumentasi, keterlacakan, serta pembuktian objektif atas pengendalian proses dan peralatan (Badan POM RI, 2024; PIC/S, 2023).

Selain sebagai bukti pemenuhan regulasi, dokumentasi inspeksi dan pemeliharaan juga berfungsi sebagai instrumen *continual improvement* untuk menjaga stabilitas proses dan konsistensi mutu. Dalam konteks industri farmasi yang berorientasi pada pelanggan (*customer orientation*), organisasi dituntut mampu bergerak lincah dan adaptif menghadapi ketidakpastian kebutuhan pasar dan dinamika eksternal. Dengan demikian, kesiapan internal—baik sistem maupun sumber daya manusia—menjadi prasyarat agar perusahaan mampu mempertahankan kepatuhan GMP sekaligus meningkatkan kinerja operasional secara berkelanjutan.

Menurut Budhi (2022), industri farmasi termasuk industri yang padat modal (*capital intensive*), menggunakan teknologi tinggi (*high technology*), padat kajian (*research and development intensive*), aturannya ketat (*heavily regulated*), dan pasarnya terfragmentasi (*fragmented market*). Salah satu implikasi dari karakter *heavily regulated* adalah tingginya intensitas inspeksi dokumen, sehingga dokumentasi menjadi bagian esensial dari sistem penjaminan mutu dan merupakan kunci untuk memenuhi persyaratan CPOB. Dalam praktiknya, data dari pengawasan sistem mesin dan fasilitas terintegrasi dalam kerangka *data integrity* yang menjadi elemen penting untuk menentukan reliabilitas informasi dari proses pembuatan dan pengawasan produk (MHRA, 2018; World Health Organization [WHO], 2016).

Data integrity menuntut data tersaji lengkap, akurat, konsisten, terpercaya, dan dapat diandalkan sepanjang siklus hidup data. Prinsip-prinsip seperti ALCOA/ALCOA+ menekankan bahwa data harus *attributable*, *legible*, *contemporaneous*, *original*, dan *accurate*, serta *complete*, *consistent*, *enduring*, dan *available* (MHRA, 2018; WHO, 2016). Dalam industri farmasi, ketidakpatuhan terhadap prinsip tersebut dapat menurunkan kredibilitas bukti dokumenter saat audit, bahkan berpotensi memunculkan temuan yang berdampak pada status kepatuhan fasilitas.

Salah satu kelompok data yang relevan untuk inspeksi penerapan GMP di perusahaan farmasi adalah *master data* fasilitas GMP dan fasilitas non-GMP, termasuk *Log Book*, *Daily Inspection* (DI), dan data *Preventive Maintenance* (PM) utilitas. Dokumen-dokumen tersebut berperan sebagai bukti bahwa peralatan berada dalam kondisi terkendali, dipelihara sesuai jadwal, serta memenuhi persyaratan kesiapan operasional dan keamanan proses (Badan POM RI, 2024; PIC/S, 2023). Karena itu, kualitas sistem pencatatan PM dan DI tidak hanya berkontribusi pada keteraturan kerja teknis, tetapi juga pada *compliance evidence* saat audit.

Sebelumnya, pencatatan dan pendokumentasian *master data* dan data terintegrasi mengandalkan pencatatan secara manual. Jumlah data yang dicatat umumnya besar, berulang, beragam, dan kompleks. Kondisi ini menimbulkan risiko *human error* seperti keterlambatan input, inkonsistensi format, salah interpretasi, hingga kesulitan penelusuran historis, yang pada akhirnya dapat memengaruhi ketepatan pengambilan keputusan pemeliharaan maupun kesiapan audit.

Dalam perspektif manajemen pemeliharaan modern, digitalisasi pencatatan *preventive maintenance* dipandang sebagai bagian dari agenda “*smart maintenance*”, yaitu pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan visibilitas kondisi aset, konsistensi eksekusi perawatan, dan efektivitas pengendalian kinerja (Bokrantz et al., 2020). Digitalisasi tidak sekadar mengubah media pencatatan, melainkan memperkuat disiplin proses melalui standarisasi, *traceability*, dan kemudahan akses data lintas fungsi yang dibutuhkan dalam lingkungan yang sangat diatur seperti industri farmasi (MHRA, 2018; WHO, 2016).

Konsep Industri 4.0 yang berorientasi pada teknologi tinggi (*high technology*) disinyalir menjadi pendorong peningkatan kinerja masa depan. Industri 4.0 dipahami sebagai paradigma yang mengarah pada integrasi sistematis teknologi digital ke dalam rangkaian operasi industri, termasuk integrasi rantai nilai dan sistem manufaktur melalui teknologi siber-fisik dan *Internet of Things* (IoT) (Kaswan et al., 2022; Khanzode et al., 2021). Literatur juga menegaskan bahwa transformasi menuju Industri 4.0 ditandai oleh pemanfaatan IoT, *cyber-physical systems*, komputasi awan, dan analitik data untuk meningkatkan kualitas, produktivitas, serta pengurangan cacat dan pemborosan (Buer et al., 2018; Elnadi et al., 2023).

Visi Industri 4.0 mengacu pada jejaring sumber daya manufaktur yang dilengkapi sensor, mampu berinteraksi, dan mengarah pada konfigurasi berbasis data—yang didukung integrasi berbagai teknologi digital (Kagermann et al., 2013). Secara umum, peningkatan penggunaan data digital dan teknologi digital ini sering disebut sebagai digitalisasi (Buer et al., 2018). Transformasi digital pada industri farmasi menjadi semakin tidak terelakkan seiring perkembangan teknologi terhubung, kecerdasan buatan, penyimpanan data berbasis *cloud*, *big data*, dan IoT yang semakin relevan untuk penguatan tata kelola mutu dan keandalan proses (Elnadi et al., 2023).

Penerapan teknologi digital di industri farmasi memiliki peran untuk mengoptimalkan sumber daya sekaligus meningkatkan daya saing berbasis kepatuhan. Berdasarkan penelitian Brunetti et al. (2020), transformasi digital merupakan tantangan sistem inovatif yang membutuhkan tindakan strategis dalam tiga pilar: “budaya dan keterampilan”, “infrastruktur dan teknologi”, serta “ekosistem”. Ketiga pilar ini menekankan bahwa keberhasilan digitalisasi tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan aplikasi, tetapi juga oleh kesiapan kompetensi, budaya kerja, dan dukungan tata kelola lintas pemangku kepentingan.

Aplikasi harus berfungsi sebagai enabler kepatuhan dan kinerja, sistem perlu diterima dan digunakan secara konsisten oleh pengguna, karena kualitas data dan ketepatan eksekusi pemeliharaan sangat bergantung pada perilaku penggunaan sehari-hari (Ilmi et al., 2020; Venkatesh & Davis, 2000). Merujuk pada Ilmi et al. (2020), sistem teknologi digital perlu dievaluasi dari aspek kebermanfaatan dan kemudahan penggunaannya oleh pengguna (*user*), sehingga implementasi dapat berjalan efektif dan efisien tanpa resistensi yang berlebihan. Model yang banyak digunakan untuk memprediksi penerimaan dan penggunaan teknologi informasi adalah *Technology Acceptance Model* (TAM) yang dikembangkan Davis dan telah banyak direplikasi dalam studi penerimaan sistem (Davis, 1989; Lee et al., 2003). Dalam pengembangannya, TAM juga diperluas menjadi TAM2 yang memasukkan pengaruh sosial dan proses kognitif-instrumental seperti *subjective norm*, *image*, *job relevance*, *output quality*, dan *result demonstrability*, dengan peran pengalaman dan voluntaritas sebagai faktor kontekstual yang dapat memengaruhi hubungan antarvariabel (Venkatesh & Davis, 2000).

Secara konseptual, TAM menjelaskan bahwa penerimaan sistem dipengaruhi oleh *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEoU) yang membentuk sikap terhadap penggunaan (*Attitude Toward Using*), kemudian mendorong *Behavioral Intention to Use*, hingga tercermin pada *Actual System Usage* (Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000). Dalam konteks digitalisasi *preventive maintenance*, PU dapat dimaknai sebagai keyakinan bahwa sistem meningkatkan kualitas pekerjaan pemeliharaan dan kesiapan audit, sedangkan PEoU terkait persepsi bahwa sistem mudah dipelajari, dioperasikan, dan tidak menambah beban kerja administratif (Ilmi et al., 2020; Lee et al., 2003).

Perusahaan Farmasi PT XYZ telah mengimplementasikan E-EMS yang merupakan aplikasi yang dibangun dan dikembangkan untuk menggabungkan *master data* dari seluruh fasilitas utilitas yang ada. Dalam utilitas termonitoring, data yang secara berkala diinput menjadi data DI serta jadwal PM beserta laporannya. E-EMS (*Electronic-Equipment Management System*) adalah aplikasi berbasis web yang digunakan untuk mencatat aktivitas harian utilitas di PT XYZ.

Dasar pengembangan E-EMS adalah kumpulan data yang semula berbentuk dokumen analog, seperti tulisan pada *log book*, kertas DI, dan tabel PM di area produksi. Dengan digitalisasi tersebut, E-EMS diharapkan membantu perusahaan memprediksi kegagalan mesin melalui pemeliharaan preventif terjadwal, sekaligus menyediakan pengingat otomatis ketika jadwal pemeliharaan akan tiba. Setelah beberapa tahun diaplikasikan, diperlukan analisis tentang bagaimana pengguna menerima aplikasi tersebut sebagai upaya digitalisasi *preventive maintenance* dan bagaimana penerimaan itu berkorelasi dengan konsistensi penggunaan sistem, karena konsistensi penggunaan berpotensi memengaruhi kualitas dokumentasi, keterlacakan, dan kesiapan pemenuhan indikator GMP yang relevan (Bokrantz et al., 2020; Venkatesh & Davis, 2000; Badan POM RI, 2024).

Berdasarkan latar belakang di atas, judul yang diusung oleh penulis untuk penelitian ini adalah: **“Acceptance Digitalisasi Sistem Preventive Maintenance dalam Meningkatkan Capaian Indikator Good Manufacture Product (GMP) di Industri Farmasi.”**

2. Tinjauan Pustaka

Manajemen Moderen

Dalam konteks organisasi moderen, manajemen berperan sebagai perangkat untuk mengarahkan sumber daya yang terbatas, waktu, biaya, tenaga kerja, kompetensi, fasilitas, dan aturan, agar tujuan organisasi tercapai. Robbins et al. (2017) mendefinisikan manajemen sebagai proses mengoordinasikan dan mengawasi aktivitas kerja orang lain sehingga aktivitas tersebut selesai secara efisien dan efektif.

Manajemen Operasi (*Middle Range Theory*)

Slack et al. (2019) mendefinisikan manajemen operasi sebagai aktivitas mengelola sumber daya yang menciptakan dan menyampaikan produk maupun layanan. Pada industri farmasi, aktivitas operasi tersebut beririsan langsung dengan sistem mutu, sebab utilitas dan peralatan termasuk faktor kritis yang memengaruhi stabilitas proses dan kepatuhan. Utilitas dan peralatan tidak hanya dipandang sebagai penunjang produksi, tetapi sebagai bagian dari sistem yang harus dikendalikan agar proses tetap stabil.

Transformasi Digital

Transformasi digital merupakan perubahan organisasi yang dipicu oleh pemanfaatan teknologi digital untuk menciptakan nilai baru dan meningkatkan kinerja. Vial (2019) memandang transformasi digital sebagai proses yang bertujuan meningkatkan entitas melalui perubahan signifikan dengan memanfaatkan kombinasi teknologi digital (informasi, komputasi, komunikasi, dan konektivitas).

Daily Inspection

Daily Inspection (DI) pada utilitas di industri farmasi dapat dipahami sebagai aktivitas pemeriksaan rutin (*operator rounds*) yang dilakukan secara periodik (umumnya harian/shift) untuk memastikan kondisi operasi utilitas tetap berada dalam batas kendali, mendeteksi dini penyimpangan, serta memastikan rekaman (*records*) tersedia, akurat, dan dapat ditelusuri sebagai bukti kepatuhan GMP/CPOB.

Preventive Maintenance

Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan fungsi kunci dalam manajemen operasi karena berperan menjaga keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*), dan keselamatan aset selama siklus hidupnya. Dalam terminologi standar pemeliharaan, *maintenance* didefinisikan sebagai kombinasi tindakan teknis, administratif, dan manajerial yang dilakukan sepanjang siklus hidup suatu item untuk mempertahankan atau mengembalikan item tersebut ke kondisi yang memungkinkan menjalankan fungsi yang dipersyaratkan (British Standards Institution, 2017; MaintMaster Systems AB, 2024).

Perspektif Manajerial dan Operasional dalam *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance dapat dipahami melalui dua perspektif yang saling melengkapi: manajerial dan operasional. Perspektif manajerial menekankan aspek pengambilan keputusan berbasis data misalnya penentuan prioritas aset kritikal, kebijakan interval PM, pengendalian *backlog*, ketersediaan *spare part*, serta evaluasi efektivitas program (Nurcahyo & Nurdini, 2024). Sementara perspektif operasional menitikberatkan pada eksekusi aktivitas pemeliharaan: inspeksi, pelumasan,

penyesuaian, penggantian komponen, dan pengujian fungsi sesuai instruksi kerja dan standar keselamatan (Nurchahyo & Nurdini, 2024).

TAM (Technology Acceptance Models)

Technology Acceptance Model (TAM) adalah model yang menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan (*acceptance*) dan penggunaan aktual (*actual use*) suatu teknologi oleh pengguna. TAM menempatkan determinan utama penerimaan teknologi, yaitu *perceived usefulness* (PU) dan *perceived ease of use* (PEoU). Davis (1989) menegaskan bahwa ketika pengguna menilai sistem bermanfaat bagi kinerja dan mudah digunakan, maka sikap dan niat penggunaan cenderung meningkat, yang pada akhirnya mendorong penggunaan aktual sistem.

Good Manufacturing Practice (GMP) / Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB) dalam Industri Farmasi

GMP merupakan singkatan dari *Good Manufacturing Practice Regulations*, yang diterapkan oleh otoritas regulasi di setiap negara untuk mengatur izin dan lisensi (Hole, G. et al., 2021). Standar GMP mengharuskan pendekatan yang berorientasi pada kualitas dalam proses produksi, memungkinkan perusahaan untuk mengurangi atau menghilangkan kontaminasi, kesalahan, dan kekeliruan. Akibatnya, pembeli terlindungi dari memilih produk yang tidak efektif atau bahkan berbahaya (Patel and Chotai, 2011).

3. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain survei deskriptif-eksplanatori untuk menguji penerimaan dan penggunaan *Electronic Equipment Management System* (E-EMS) di PT XYZ berdasarkan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM/TAM2) serta kaitannya dengan ketercapaian indikator *Good Manufacturing Practices* (GMP). Data dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur berskala Likert lima tingkat kepada pegawai/karyawan yang merupakan pengguna E-EMS, didukung oleh data sekunder berupa dokumen internal dan regulasi terkait GMP, serta observasi terbatas. Teknik pengambilan sampel menggunakan *non-probability purposive sampling* dengan kriteria khusus pengguna aktif E-EMS. Analisis data dilakukan melalui analisis deskriptif untuk menggambarkan profil responden dan kecenderungan jawaban, serta analisis inferensial menggunakan SEM-PLS dengan SmartPLS

4. Hasil dan Pembahasan

Uji Multikolinearitas (Inner VIF)

Secara umum, kriteria yang sering digunakan adalah $VIF < 5$ sebagai batas aman, dan sebagian literatur menyarankan standar yang lebih ketat yaitu $VIF < 3,3$ untuk memastikan tidak ada multikolinearitas yang bermakna (Hair et al., 2022; Kock, 2015).

Tabel 1. Inner VIF Value

Konstruk Endogen	Prediktor	Inner VIF
X6 (Experience)	X1	1.000
X7 (Voluntariness)	X1	1.000
Y1 (Perceived Usefulness)	X1	1.260
	X2	1.197

Konstruk Endogen	Prediktor	Inner VIF
	X3	1.721
	X4	1.553
	X5	1.428
	X6	1.560
	X8	1.507
Y2 (Attitude Toward Using)	X8	1.134
	Y1	1.134
Y3 (Behavioral Intention to Use)	X6	1.649
	X7	1.183
	Y1	1.139
	Y2	1.652
Z (Actual System Usage / GMP)	Y3	1.000

Berdasarkan Tabel 1, seluruh nilai *Inner VIF* berada pada rentang 1,000 hingga 1,721. Nilai ini jauh di bawah ambang 3,3 maupun 5,0, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas yang berarti pada model struktural (Hair et al., 2022; Kock, 2015).

Koefisien Determinasi (R^2 dan *Adjusted R*²)

Tabel 2. R Square dan Adjusted R Square

Konstruk Endogen	R Square	Adjusted R Square
X6 (Experience)	0.029	0.023
X7 (Voluntariness)	0.007	0.001
Y1 (Perceived Usefulness)	0.500	0.480
Y2 (Attitude Toward Using)	0.096	0.086
Y3 (Behavioral Intention to Use)	0.676	0.669
Z (Actual System Usage / GMP)	0.190	0.185

a. *Perceived Usefulness* (Y1) dengan $R^2 = 0,500$ dan *Adjusted* 0,480

Nilai R^2 sebesar 0,500 menunjukkan bahwa variasi *Perceived Usefulness* (PU) dapat dijelaskan sebesar 50% oleh konstruk-construct prediktor yang masuk ke PU dalam model SEM-PLS (*subjective norm, image, job relevance, output quality, result demonstrability, experience*, serta hubungan dari PEOU sesuai rancangan model).

b. *Attitude Toward Using* (Y2) dengan $R^2 = 0,096$ dan *Adjusted* 0,086

Nilai R^2 0,096 menunjukkan bahwa *Attitude Toward Using* (ATU) hanya dijelaskan sekitar 9,6% oleh prediktor di model (PU dan PEOU sesuai struktur TAM). Secara statistik, ini tergolong lemah, namun secara akademik masih dapat diterima karena sikap (*attitude*) sering dipengaruhi oleh faktor lain di luar keyakinan kognitif, terutama pada konteks organisasi yang penggunaan sistemnya bersifat prosedural/mandatori.

c. *Behavioral Intention to Use* (Y3) dengan $R^2 = 0,676$ dan *Adjusted* 0,669

Nilai R^2 0,676 termasuk kuat (mendekati kategori tinggi) dan menunjukkan bahwa sekitar 67,6% variasi niat menggunakan (BITU) dapat dijelaskan oleh prediktor dalam model (ATU, PU, serta konstruk mediasi *experience/voluntariness* sesuai rancangan).

d. Actual System Usage / GMP (Z) dengan $R^2 = 0,190$ dan Adjusted 0,185

Nilai R^2 0,190 menunjukkan bahwa variasi penggunaan aktual sistem (ASU) yang diproksikan sebagai ketercapaian indikator GMP dijelaskan sekitar 19% oleh prediktor dalam model (terutama BItU, dan jalur lain yang diuji). Ini tergolong lemah, namun secara substantif masih masuk akal karena “penggunaan aktual” dan terlebih lagi capaian GMP adalah *outcome* yang sangat dipengaruhi faktor organisasi dan sistem mutu yang luas, misalnya ketersediaan perangkat, desain alur kerja, kepatuhan SOP, audit internal, struktur pengawasan, hingga integrasi sistem dengan proses QA/QC.

e. Experience (X6) dan Voluntariness (X7) dengan R^2 sebesar 0,029 dan Adjusted 0,007

R^2 yang sangat kecil pada *Experience* dan *Voluntariness* menunjukkan bahwa prediktor yang diarahkan ke keduanya (pada model SEM-PLS dalam penelitian ini, terutama *subjective norm*) hampir tidak menjelaskan variasinya. Secara konseptual, ini masuk akal karena *experience* biasanya lebih dipengaruhi oleh riwayat paparan teknologi, pelatihan, serta jenis pekerjaan dan penempatan unit, bukan semata norma sosial.

Effect Size (f^2)

Sebagai acuan, Cohen (1988) mengklasifikasikan *effect size* f^2 menjadi: 0,02 (kecil), 0,15 (sedang), dan 0,35 (besar). Dalam konteks penelitian penerimaan teknologi, f^2 yang kecil tetap dapat bermakna karena perilaku penggunaan sistem sering dipengaruhi banyak faktor organisasi dan individu di luar model (Chin, 1998; Hair et al., 2022).

Tabel 3. Nilai *Effect Size* (f^2) Inner Model

Hubungan (Prediktor → Endogen)	f^2	Interpretasi
X1 (Subjective Norm) → X6 (Experience)	0.030	Kecil
X1 (Subjective Norm) → X7 (Voluntariness)	0.007	Sangat kecil / dapat diabaikan
X1 (Subjective Norm) → Y1 (Perceived Usefulness)	0.021	Kecil
X2 (Image) → Y1 (Perceived Usefulness)	0.003	Sangat kecil / dapat diabaikan
X3 (Job Relevance) → Y1 (Perceived Usefulness)	0.030	Kecil
X4 (Output Quality) → Y1 (Perceived Usefulness)	0.297	Sedang (kuat secara praktis)
X5 (Result Demonstrability) → Y1 (Perceived Usefulness)	0.046	Kecil
X8 (Perceived Ease of Use) → Y1 (Perceived Usefulness)	0.052	Kecil
X8 (Perceived Ease of Use) → Y2 (Attitude Toward Using)	0.083	Kecil (mendekati sedang)
Y1 (Perceived Usefulness) → Y2 (Attitude Toward Using)	0.002	Sangat kecil / dapat diabaikan
Y1 (Perceived Usefulness) → Y3 (Behavioral Intention)	0.000	Tidak bermakna
X6 (Experience) → Y3 (Behavioral Intention)	0.013	Sangat kecil
X7 (Voluntariness) → Y3 (Behavioral Intention)	0.015	Sangat kecil
Y2 (Attitude Toward Using) → Y3 (Behavioral Intention)	1.042	Sangat besar (dominant effect)
Y3 (Behavioral Intention) → Z (Actual System Usage/GMP)	0.234	Sedang

a. Pengungkit utama pembentukan *Perceived Usefulness* (Y1) adalah *Output Quality* (X4).

Nilai f^2 tertinggi menuju PU (Y1) berasal dari Output Quality (X4) \rightarrow Y1 sebesar 0,297 (kategori sedang). Ini berarti, secara praktis, persepsi kegunaan E-EMS paling kuat terbentuk ketika pengguna menilai hasil keluaran sistem (misalnya akurasi, keterandalan, dan kesesuaian output) benar-benar mendukung pekerjaan.

b. Determinan lain terhadap PU (Y1) ada, tetapi kontribusinya relatif kecil secara praktis.

Nilai f^2 untuk *Result Demonstrability* (X5), *Job Relevance* (X3), *Subjective Norm* (X1), *Image* (X2), serta PEOU (X8) terhadap PU berada pada rentang 0,003–0,052, yang berarti kecil hingga sangat kecil.

c. Pembentukan *Attitude Toward Using* (Y2) lebih banyak “ditarik” oleh kemudahan (PEOU) daripada kegunaan (PU) pada level praktis.

Nilai f^2 menunjukkan PEOU (X8) \rightarrow ATU (Y2) = 0,083 (kecil namun mendekati sedang), sementara PU (Y1) \rightarrow ATU (Y2) = 0,002 (sangat kecil). Secara substantif, ini berarti sikap pengguna terhadap E-EMS lebih banyak terbentuk dari pengalaman kemudahan penggunaan (misalnya mudah dipelajari, mudah dioperasikan, interaksi jelas), ketimbang dari pertimbangan “manfaat kinerja” yang sifatnya lebih kognitif.

d. Faktor paling dominan dalam membentuk *Behavioral Intention* (Y3) adalah sikap (ATU).

Hasil f^2 paling menonjol pada model adalah ATU (Y2) \rightarrow BitU (Y3) = 1,042, jauh melampaui batas “besar” (0,35). Ini menegaskan bahwa niat menggunakan E-EMS sangat ditentukan oleh sikap pengguna, apakah pengguna merasa penggunaan E-EMS positif, bermanfaat, dan menyenangkan dalam rutinitas kerja.

e. Jalur PU (Y1) \rightarrow BitU (Y3) tidak bermakna secara praktis ($f^2 = 0,000$).

Nilai f^2 0,000 untuk PU \rightarrow BitU menunjukkan kontribusi praktis yang tidak ada. Ini menarik karena pada banyak studi TAM, PU sering menjadi prediktor kuat niat. Dalam konteks penelitian ini, kondisi ini bisa dibaca sebagai: niat menggunakan E-EMS lebih ditentukan oleh sikap/kenyamanan, bukan semata keyakinan manfaat.

f. Pengaruh niat terhadap penggunaan aktual/GMP bersifat sedang (Y3 \rightarrow Z $f^2 = 0,234$).

Nilai $f^2 = 0,234$ (kategori sedang) pada BitU \rightarrow ASU/GMP (Z) menunjukkan bahwa niat berkontribusi cukup substansial dalam mendorong penggunaan aktual E-EMS yang dioperasikan sebagai ketercapaian indikator GMP. Ini konsisten dengan TAM yang menempatkan niat sebagai proksi paling dekat terhadap perilaku aktual (Davis, 1989).

g. Peran *Experience* (X6) dan *Voluntariness* (X7) menuju niat sangat kecil ($f^2 < 0,02$).

Nilai f^2 X6 \rightarrow Y3 = 0,013 dan X7 \rightarrow Y3 = 0,015 menunjukkan kontribusi praktis yang sangat kecil. Pada konteks E-EMS di perusahaan, ini dapat terjadi karena variasi pengalaman dan “kesukarelaan” relatif terbatas: sistem cenderung menjadi bagian dari pekerjaan, sehingga perbedaan *experience/voluntariness* antar responden tidak cukup besar untuk menjadi pendorong utama niat.

Uji Hubungan Struktural Model SEM-PLS

Uji Pengaruh Langsung

Pada penelitian ini, keputusan signifikansi ditetapkan pada dua tingkat alfa, yakni 5% dan 10%, sehingga hubungan dianggap signifikan apabila $p < 0,05$ (setara $t > 1,96$) atau $p < 0,10$ (setara $t > 1,645$).

Tabel 4. Hasil Uji Pengaruh Langsung (*Bootstrapping*)

Hubungan (Path)	Koef. Jalur β (O)	t-statistic	p-value	Signifikansi ($\alpha \leq 10\%$)	Keputusan Hipotesis
X8 \rightarrow Y1	0.198	2.602	0.010	Signif (5%)	H1 diterima
X8 \rightarrow Y2	0.292	2.803	0.005	Signif (5%)	H2 diterima
X5 \rightarrow Y1	0.182	2.271	0.024	Signif (5%)	H3 diterima
X4 \rightarrow Y1	0.480	4.990	0.000	Signif (5%)	H4 diterima
X3 \rightarrow Y1	0.162	1.837	0.067	Signif (10%)	H5 diterima
X2 \rightarrow Y1	0.045	0.661	0.509	Tidak signif	H6 ditolak
X1 \rightarrow Y1	-0.116	1.578	0.115	Tidak signif	H7 ditolak
Y1 \rightarrow Y2	0.046	0.487	0.627	Tidak signif	H8 ditolak
Y1 \rightarrow Y3	-0.011	0.314	0.754	Tidak signif	H9 ditolak
Y2 \rightarrow Y3	0.747	13.503	0.000	Signif (5%)	H10 diterima
Y3 \rightarrow Z	0.436	5.660	0.000	Signif (5%)	H14 diterima

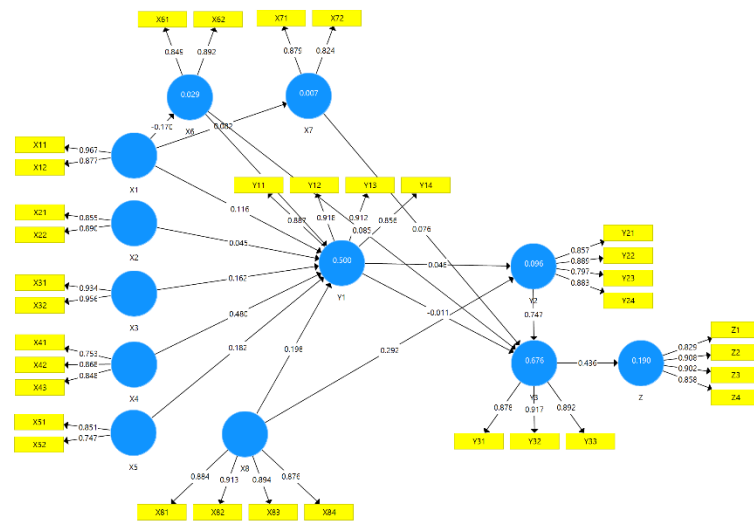
Uji Pengaruh Tidak Langsung dan Mediasi (*Specific Indirect Effects*)

Dalam penelitian ini, keputusan signifikansi mengikuti ketentuan α 5% dan 10%, sehingga suatu pengaruh tidak langsung dinyatakan berpengaruh nyata apabila $p < 0,05$ atau $p < 0,10$. Interpretasi mediasi dilakukan dengan melihat: (1) signifikansi pengaruh tidak langsung, (2) arah koefisien, serta (3) konsistensi dengan logika teori TAM2 terkait peran pengalaman (*experience*) dan persepsi sukarela (*voluntariness*) dalam konteks sistem organisasi (Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh et al., 2003).

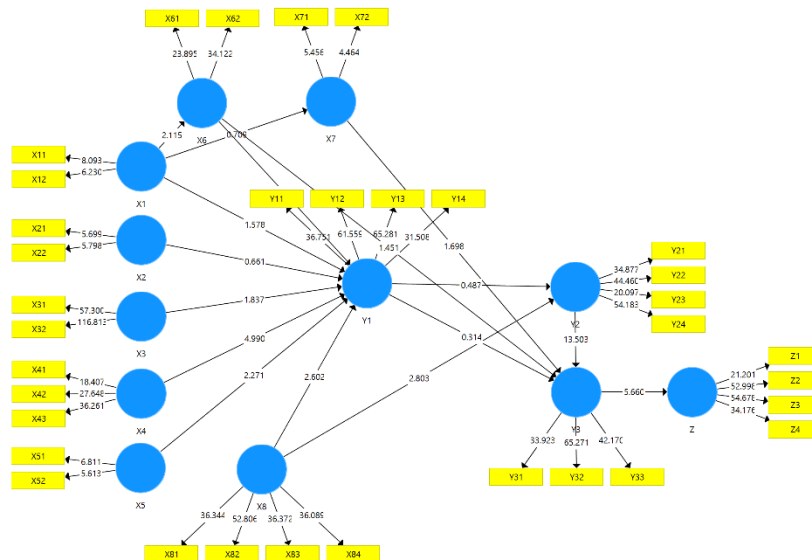
Tabel 5. Hasil Uji Pengaruh Tak Langsung dan Mediasi (*Specific Indirect Effects*)

Hipotesis	Jalur Mediasi	Koef. Indirect (O)	t-statistic	p-value	Keputusan ($\alpha \leq 10\%$)
H11	X1 \rightarrow X6 \rightarrow Y3	-0.014	1.127	0.260	Tidak berpengaruh nyata (Ditolak)
H12	X1 \rightarrow X6 \rightarrow Y1	0.013	0.765	0.445	Tidak berpengaruh nyata (Ditolak)
H13	X1 \rightarrow X7 \rightarrow Y3	-0.006	0.596	0.552	Tidak berpengaruh nyata (Ditolak)
H15	Y1 \rightarrow Y3 \rightarrow Z	-0.005	0.302	0.763	Tidak berpengaruh nyata (Ditolak)
H15 (alternatif jalur)	Y1 \rightarrow Y2 \rightarrow Y3 \rightarrow Z	0.015	0.472	0.637	Tidak berpengaruh nyata (Ditolak)

Diagram Koefisien Jalur dan Signifikansi Model SEM-PLS



Gambar 1. Diagram Koefisien jalur



Gambar 2. Diagram Nilai t

Karena penelitian ini menggunakan taraf signifikansi 5% dan 10%, maka suatu jalur dinyatakan berpengaruh nyata apabila memenuhi kriteria $p\text{-value} < 0,05$ ($\alpha=5\%$) atau masih dapat diterima sebagai berpengaruh nyata pada tingkat moderat bila $p\text{-value} < 0,10$ ($\alpha=10\%$). Secara ekuivalen pada pendekatan t-statistics (dua-arah), batas yang lazim digunakan adalah $t > 1,96$ ($\alpha=5\%$) dan $t > 1,645$ ($\alpha=10\%$) (Hair et al., 2019). Dengan demikian, kedua gambar tersebut menjadi pengantar langsung untuk pembahasan pada subbab berikutnya, karena merangkum jalur mana yang signifikan, seberapa kuat pengaruhnya, serta bagaimana rangkaian pengaruh tersebut menjelaskan penerimaan dan penggunaan E-EMS sebagai bagian dari ketercapaian indikator GMP di perusahaan.

Hasil Analisis Pengaruh *Subjective Norm*, *Image*, *Job Relevance*, *Output Quality*, *Result Demonstrability*, Dan *Experience* Terhadap *Perceived Usefulness* (PU) Penggunaan Aplikasi E-EMS

Tabel 6. Hasil Uji Pengaruh X1–X6 terhadap *Perceived Usefulness* (Y1) E-EMS

Hubungan	Koefisien Jalur (β)	t-stat	p-value	f ²	Keputusan (α 10%)
X1 (<i>Subjective Norm</i>) → Y1 (PU)	-0,116	1,578	0,115	0,021	Tidak nyata
X2 (<i>Image</i>) → Y1 (PU)	0,045	0,661	0,509	0,003	Tidak nyata
X3 (<i>Job Relevance</i>) → Y1 (PU)	0,162	1,837	0,067	0,03	Nyata (10%)
X4 (<i>Output Quality</i>) → Y1 (PU)	0,48	4,99	0	0,297	Nyata (5%)
X5 (<i>Result Demonstrability</i>) → Y1 (PU)	0,182	2,271	0,024	0,046	Nyata (5%)
X6 (<i>Experience</i>) → Y1 (PU)	-0,079	0,929	0,353	0,008	Tidak nyata

Hasil analisis pengaruh *subjective norm* (X1), *image* (X2), *job relevance* (X3), *output quality* (X4), *result demonstrability* (X5), dan *experience* (X6) terhadap *perceived usefulness*/PU (Y1) pada penggunaan E-EMS oleh karyawan/pegawai PT XYZ ditunjukkan oleh Tabel 6. Pengujian dilakukan dengan SEM-PLS (SmartPLS) melalui uji *bootstrapping*. Sesuai ketentuan penelitian ini, tingkat signifikansi menggunakan $\alpha = 5\%$ dan 10% , sehingga p-value $< 0,10$ dinyatakan berpengaruh nyata (Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000). Konstruk PU (Y1) memiliki $R^2 = 0,500$ (Adj. $R^2 = 0,480$), artinya kombinasi faktor-faktor TAM2 dalam model penelitian ini menjelaskan sekitar 50% variasi PU pada pegawai/karyawan Bio Farma dalam menggunakan E-EMS (Venkatesh & Davis, 2000; Hair et al., 2019).

a. *Output Quality* (X4) → PU (Y1): pengaruh paling kuat dan nyata

Jalur X4 → Y1 bernilai $\beta = 0,480$; $p = 0,000$ dengan $f^2 = 0,297$ (efek menengah mendekati besar). Artinya, semakin tinggi persepsi pegawai bahwa output E-EMS akurat, sesuai harapan, dan relevan, maka semakin tinggi pula penilaian bahwa E-EMS bermanfaat bagi pekerjaan mereka. Secara teoritis, TAM2 memang menempatkan *output quality* sebagai determinan penting PU karena pengguna membangun “*usefulness judgment*” dari kualitas hasil nyata yang mereka terima ketika sistem dipakai untuk menyelesaikan pekerjaan (Venkatesh & Davis, 2000).

b. *Result Demonstrability* (X5) → PU (Y1): nyata dan memperkuat logika manfaat

Jalur X5 → Y1 bernilai $\beta = 0,182$; $p = 0,024$ (nyata 5%) dengan $f^2 = 0,046$ (efek kecil-menengah). Ini menunjukkan bahwa ketika pegawai PT XYZ merasa manfaat E-EMS mudah ditunjukkan, misalnya cepat terlihat oleh atasan, mudah dijelaskan, dan dapat dibuktikan melalui hasil kerja, maka PU ikut meningkat.

c. *Job Relevance* (X3) → PU (Y1): nyata pada 10% dan relevan dengan profil responden

Jalur X3 → Y1 bernilai $\beta = 0,162$; $p = 0,067$ (nyata pada $\alpha 10\%$) dengan $f^2 = 0,030$ (efek kecil). Artinya, semakin pegawai PT XYZ menilai bahwa E-EMS selaras dengan tugas dan tanggung jawab pekerjaan, semakin tinggi PU, meski kekuatannya tidak sebesar *output quality*. TAM2 menjelaskan bahwa *job relevance* memengaruhi PU melalui mekanisme “*cognitive matching*”: pengguna menilai

teknologi berguna ketika fitur dan alur sistem cocok dengan kebutuhan tugas nyata (Venkatesh & Davis, 2000).

- d. **Subjective Norm (X1), Image (X2), dan Experience (X6) → PU (Y1): tidak nyata**
Tiga jalur lainnya tidak signifikan hingga α 10%: $X1 \rightarrow Y1$ ($p = 0,115$), $X2 \rightarrow Y1$ ($p = 0,509$), dan $X6 \rightarrow Y1$ ($p = 0,353$). Secara teoretis, TAM2 memang mengakui bahwa *subjective norm* dan *image* dapat memengaruhi PU, terutama melalui proses internalisasi/identifikasi sosial dalam konteks organisasi tertentu (Venkatesh & Davis, 2000).

Hasil Analisis Pengaruh *Perceived Ease Of Use* (PEoU) terhadap *Perceived Usefulness* (PU) pada Penggunaan Aplikasi E-EMS

Tabel 7. Hasil Uji Pengaruh *Perceived Ease of Use* (X8) terhadap *Perceived Usefulness* (Y1) E-EMS

Hubungan	Koefisien Jalur (β)	t-stat	p-value	f ²	Keputusan (α 10%)
X8 (PEoU) → Y1 (PU)	0,198	2,602	0,01	0,052	Nyata (5%)

Berdasarkan Tabel 7, jalur PEoU (X8) → PU (Y1) bernilai positif ($\beta = 0,198$) dan berpengaruh nyata pada α 5% ($p = 0,010$). Artinya, semakin tinggi persepsi karyawan/pegawai PT XYZ bahwa E-EMS mudah dipelajari, jelas interaksinya, mudah dioperasikan dalam pekerjaan harian, serta mudah dilatihkan, maka semakin tinggi pula keyakinan mereka bahwa E-EMS bermanfaat dalam mendukung pekerjaan. Temuan ini konsisten dengan proposisi TAM bahwa persepsi kemudahan berfungsi menekan “biaya psikologis” dan “biaya operasional” penggunaan sistem, misalnya waktu belajar, kerumitan langkah, potensi kesalahan input, sehingga pengguna lebih mudah melihat dampak produktivitas dari sistem tersebut (Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000).

Hasil Analisis Pengaruh Tak Langsung Dari *Subjective Norm* Terhadap *Perceived Usefulness* (PU) Pada Penggunaan Aplikasi E-EMS Melalui *Experience* Sebagai Variabel Mediasi

Tabel 8. Hasil Uji Mediasi *Experience* (X6) pada Pengaruh *Subjective Norm* (X1) terhadap *Perceived Usefulness* (Y1)

Jalur Pengujian	Koefisien (β)	t-stat	p-value	Keputusan (α 10%)
$X1 \rightarrow X6$	-0,17	2,115	0,035	Nyata
$X6 \rightarrow Y1$	-0,079	0,929	0,353	Tidak nyata
$X1 \rightarrow Y1$ (langsung)	-0,116	1,578	0,115	Tidak nyata
$X1 \rightarrow X6 \rightarrow Y1$ (tidak langsung)	0,013	0,765	0,445	Tidak nyata

Berdasarkan Tabel 8, hasil *bootstrapping* menunjukkan bahwa pengaruh tidak langsung $X1 \rightarrow Y1$ melalui $X6$ tidak signifikan ($\beta = 0,013$; $p = 0,445$). Dengan demikian, *Experience* (X6) tidak terbukti memediasi hubungan *Subjective Norm* (X1) terhadap *Perceived Usefulness* (Y1) pada karyawan/pegawai dalam penggunaan E-EMS, baik pada taraf α 5% maupun α 10%. Secara teknis, kegagalan mediasi ini terjadi karena salah satu prasyarat utamanya tidak terpenuhi: jalur $X6 \rightarrow Y1$ tidak signifikan ($p =$

0,353), sehingga “saluran” mediasi tidak bekerja walaupun jalur $X1 \rightarrow X6$ justru signifikan ($p = 0,035$).

Hasil Analisis Pengaruh *Perceived Usefulness* (PU) Dan *Perceived Ease Of Use* (PEoU) Terhadap *Attitude Toward Using* (ATU) Pada Penggunaan Aplikasi E-EMS

Tabel 9. Hasil Uji Pengaruh PEoU (X8) dan PU (Y1) terhadap ATU (Y2)

Jalur	Koefisien (β)	t-stat	p-value	Keputusan (α 10%)
X8 \rightarrow Y2	0,292	2,803	0,005	Nyata
Y1 \rightarrow Y2	0,046	0,487	0,627	Tidak nyata

Berdasarkan Tabel 9, hasil SEM-PLS menunjukkan bahwa PEoU (X8) berpengaruh positif dan signifikan terhadap ATU (Y2) ($\beta = 0,292$; $p = 0,005$). Artinya, semakin tinggi persepsi karyawan/pegawai PT XYZ bahwa E-EMS mudah dipahami, mudah dioperasikan, dan mudah dipelajari, maka semakin positif sikap mereka terhadap penggunaan E-EMS dalam pekerjaan. Sebaliknya, PU (Y1) tidak berpengaruh signifikan terhadap ATU (Y2) ($\beta = 0,046$; $p = 0,627$), sehingga dalam sampel karyawan pada penelitian ini, sikap terhadap E-EMS lebih banyak “ditentukan” oleh faktor kemudahan, bukan oleh penilaian kegunaan.

Hasil Analisis Pengaruh *Perceived Usefulness* (PU) Dan *Attitude Toward Using* (ATU) Terhadap *Behavioral Intention to Use* (BltU) Pada Penggunaan Aplikasi E-EMS

Berdasarkan Tabel 10, hasil uji model struktural (*bootstrapping*) menunjukkan bahwa ATU (Y2) berpengaruh positif dan sangat signifikan terhadap BltU (Y3), sedangkan PU (Y1) tidak berpengaruh signifikan terhadap BltU (Y3).

Tabel 10. Hasil Uji Pengaruh PU dan ATU terhadap BltU (*Bootstrapping*)

Hubungan	Koefisien Jalur (O)	T-Statistic	P-Value	Keputusan (α 5% & 10%)
PU (Y1) \rightarrow BltU (Y3)	-0,011	0,314	0,754	Tidak signifikan
ATU (Y2) \rightarrow BltU (Y3)	0,747	13,503	0	Signifikan ($\leq 5\%$)

Ketidaksignifikanan jalur PU (Y1) \rightarrow BltU (Y3) pada penelitian ini menarik untuk dibaca dalam konteks organisasi dan karakter responden. Secara deskriptif PU E-EMS pada karyawan PT XYZ berada pada kategori baik, yang berarti karyawan menilai E-EMS memang bermanfaat untuk kebutuhan kerja terkait *maintenance utility*, kebutuhan GMP, kebutuhan audit BPOM, dan kemajuan perusahaan. Namun, ketika diuji secara struktural bersama prediktor lain, manfaat tersebut tidak lagi menjadi pendorong langsung niat.

Hasil Analisis Pengaruh Tak Langsung Dari *Subjective Norm* Terhadap *Behavioral Intention to Use* (BltU) Pada Penggunaan Aplikasi E-EMS Melalui *Experience* Dan *Voluntaries* Sebagai Variabel Mediasi

Pada penelitian ini, pengujian mediasi dilakukan melalui hasil *bootstrapping* dengan melihat signifikansi *specific indirect effects*. Mengikuti ketentuan penelitian, pengaruh dinyatakan signifikan pada $\alpha = 5\%$ ($p < 0,05$) dan juga dianggap berpengaruh nyata pada $\alpha = 10\%$ ($p < 0,10$). Secara ringkas, hasil jalur mediasi

menunjukkan bahwa *subjective norm* (X1) tidak berpengaruh tidak langsung terhadap BIItU (Y3) baik melalui *experience* (X6) maupun melalui *voluntariness* (X7), karena p-value *indirect effect* pada kedua jalur tersebut berada di atas 0,10.

Tabel 11. Koefisien Jalur Pembentuk Mediasi (*Direct Paths* “a” dan “b”)

Jalur	Koefisien (O)	T-Statistics	P-Values	Keputusan (α 5% / 10%)
X1 → X6	-0.170	2.115	0.035	Signifikan (5%)
X6 → Y3	0.085	1.451	0.147	Tidak signifikan
X1 → X7	-0.082	0.709	0.479	Tidak signifikan
X7 → Y3	0.076	1.698	0.090	Signifikan (10%)

Tabel 12. *Specific indirect effects* (uji mediasi langsung)

Jalur Tidak Langsung	Koefisien Indirect (O)	T-Statistics	P-Values	Keputusan (α 5% / 10%)
X1 → X6 → Y3	-0.014	1.127	0.260	Tidak signifikan
X1 → X7 → Y3	-0.006	0.596	0.552	Tidak signifikan

Hasil di atas mengandung dua makna penting. Pertama, jalur X1 → X6 signifikan ($p=0,035$) tetapi bertanda negatif. Ini mengindikasikan bahwa pada karyawan/pegawai PT XYZ, semakin kuat persepsi norma/tekanan sosial terkait penggunaan E-EMS, justru cenderung berasosiasi dengan pengalaman (*experience*) yang lebih rendah. Secara konseptual, temuan ini dapat dipahami melalui logika adopsi teknologi di organisasi: pegawai yang belum berpengalaman sering kali lebih “merasakan” dorongan sosial (arahan atasan, ekspektasi tim, atau budaya kepatuhan), sedangkan pegawai yang sudah terbiasa lebih mengandalkan rutinitas kerja dan kompetensi personal sehingga pengaruh norma sosial menjadi kurang dominan. Pola seperti ini sejalan dengan gagasan bahwa *experience* berperan sebagai faktor yang mengubah (melemahkan/ menggeser) pentingnya pengaruh sosial dalam penerimaan sistem (Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh et al., 2003).

Namun, meskipun X1 → X6 signifikan, jalur X6 → Y3 tidak signifikan ($p=0,147$). Karena “mata rantai” menuju niat perilaku tidak kuat, maka efek mediasi X1 → X6 → Y3 menjadi tidak terbukti ($p=0,260$). Secara akademik, ini konsisten dengan temuan sintesis penelitian bahwa *subjective norm* sering kali menunjukkan pengaruh yang lebih lemah dan tidak stabil dibanding konstruk utilitarian/afektif (misalnya kegunaan dan sikap), terutama ketika model sudah memasukkan konstruk-konstruk utama TAM/TAM2 (King & He, 2006; Schepers & Wetzels, 2007).

Kedua, untuk jalur melalui kesukarelaan, ditemukan bahwa X7 → Y3 signifikan pada $\alpha = 10\%$ ($p=0,090$). Artinya, ketika pegawai perusahaan memandang penggunaan E-EMS sebagai sesuatu yang lebih sukarela/berangkat dari kemauan, maka niat perilaku untuk menggunakan E-EMS cenderung meningkat. Secara teori, ini masuk akal: persepsi otonomi dan “*self-initiated use*” dapat mendorong internalisasi penggunaan sistem menjadi kebiasaan yang lebih stabil. Akan tetapi, jalur X1 → X7 tidak signifikan ($p=0,479$), sehingga *subjective norm* tidak cukup kuat untuk membentuk *voluntariness* dalam konteks ini. Akibatnya, mediasi X1 → X7 → Y3 juga tidak signifikan ($p=0,552$). Dalam organisasi yang sangat terstruktur, norma sosial sering “tergabung” ke dalam SOP dan mekanisme kepatuhan, sehingga pengguna mungkin merasakan bahwa penggunaan sistem adalah bagian dari proses kerja (bukan semata tekanan sosial). Kondisi seperti ini selaras dengan literatur UTAUT

yang menempatkan *voluntariness* sebagai konteks penting dalam menilai seberapa jauh pengaruh sosial bekerja pada niat penggunaan (Venkatesh et al., 2003).

Hasil Analisis Pengaruh *Perceived Usefulness* (PU) dan *behavioral Intention to Use* (BI_U) terhadap *Actual System Usage* (ASU) Aplikasi E-EMS sebagai Ketercapaian Indikator *Good Manufacturing Practices* (GMP) di PT XYZ

Tabel 13. Pengujian Pengaruh Langsung terhadap ASU/GMP (Z)

Hubungan	Koefisien (β)	t-statistic	p-value	Keputusan (α 5% & 10%)
BI _U (Y3) → ASU/GMP (Z)	0,436	5,66	0	Signifikan

Berdasarkan hasil *bootstrapping* SmartPLS, BI_U (Y3) berpengaruh positif dan signifikan terhadap ASU/GMP (Z) dengan koefisien jalur $\beta = 0,436$, $t = 5,660$, dan $p = 0,000$ (signifikan pada α 5% maupun 10%). Temuan ini menegaskan bahwa semakin kuat niat karyawan/pegawai PT XYZ untuk menggunakan E-EMS, semakin tinggi pula tingkat penggunaan aktual sistem yang tercermin pada indikator-indikator GMP (misalnya keterlacakan riwayat pemeliharaan, kepatuhan standar, dan penurunan deviasi terkait peralatan).

Tabel 14. Pengaruh Tidak Langsung PU terhadap ASU/GMP (Z) (*Specific Indirect Effects*)

Jalur Mediasi	Koefisien (β)	t-statistic	p-value	Keputusan (α 5% & 10%)
PU (Y1) → ATU (Y2) → BI _U (Y3) → ASU/GMP (Z)	0,095	2,01	0,045	Signifikan
ATU (Y2) → BI _U (Y3) → ASU/GMP (Z)	0,325	5,543	0	Signifikan

Nilai R^2 untuk Z = 0,190 (Adj. $R^2 = 0,185$) menunjukkan bahwa variasi ASU/GMP yang dapat dijelaskan oleh prediktor dalam model untuk konstruk Z berada pada tingkat moderat (sekitar 19%). Dalam studi perilaku penggunaan sistem di organisasi, R^2 seperti ini masih lazim karena “pemakaian aktual” sering juga dipengaruhi faktor operasional lain di luar model (misalnya kebijakan wajib pakai, ketersediaan perangkat, dukungan atasan, kedisiplinan SOP, dan beban kerja) (Venkatesh et al., 2003; DeLone & McLean, 2003). Namun demikian, besarnya effect size f^2 jalur Y3 → Z = 0,234 mengindikasikan kontribusi Y3 terhadap Z berada pada kategori sedang, yang memperkuat interpretasi bahwa niat pegawai merupakan pengungkit utama untuk mendorong penggunaan aktual E-EMS yang berdampak pada indikator GMP.

Pada model ini, pengaruh PU terhadap ASU/GMP lebih tepat dibaca sebagai pengaruh berantai (*chain mediation*) melalui sikap dan niat. Hasil *specific indirect effects* menunjukkan jalur Y1 → Y2 → Y3 → Z bernilai $\beta = 0,095$, $t = 2,010$, dan $p = 0,045$ sehingga signifikan pada α 5% (juga otomatis signifikan pada α 10%). Ini berarti PU tetap relevan terhadap ketercapaian ASU/GMP, tetapi bekerja secara tidak langsung: ketika pegawai PT XYZ memandang E-EMS benar-benar bermanfaat untuk pekerjaan pemeliharaan, persepsi tersebut cenderung mendorong sikap yang lebih positif dan pada gilirannya memperkuat niat, yang akhirnya meningkatkan penggunaan aktual.

Secara teori, pola ini konsisten dengan logika TAM bahwa manfaat yang dirasakan membentuk evaluasi afektif (*attitude*) dan keputusan berperilaku (*intention*) sebelum termanifestasi menjadi penggunaan aktual (Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000).

5. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini Adalah sebagai berikut:

- a. Pada karyawan PT XYZ, PU (Y1) terutama ditentukan oleh faktor yang bersifat operasional dan terkait kualitas sistem: *Output Quality* (X4) berpengaruh positif paling kuat dan signifikan terhadap PU ($\beta=0,480$; $p=0,000$), diikuti *Result Demonstrability* (X5) yang juga signifikan ($\beta=0,182$; $p=0,024$), serta *Job Relevance* (X3) yang signifikan pada α 10% ($\beta=0,162$; $p=0,067$). Sebaliknya, faktor sosial seperti *Subjective Norm* (X1) ($p=0,115$) dan *Image* (X2) ($p=0,509$), serta *Experience* (X6) ($p=0,353$) tidak terbukti memengaruhi PU secara langsung. Ini menunjukkan pegawai PT XYZ menilai “berguna” atau tidaknya E-EMS terutama dari akurasi/keandalan output, kemudahan pembuktian manfaat, dan kesesuaian dengan tugas kerja.
- b. *Perceived Ease of Use* (X8) berpengaruh positif dan signifikan terhadap PU (Y1) ($\beta=0,198$; $p=0,010$). Artinya, semakin karyawan PT XYZ merasakan E-EMS mudah dipelajari, jelas alurnya, dan mudah dioperasikan untuk aktivitas rutin (misal *daily inspection*, pencatatan, pelaporan), semakin tinggi persepsi mereka bahwa E-EMS bermanfaat bagi pekerjaan dan kebutuhan kepatuhan proses.
- c. Pengaruh tidak langsung *Subjective Norm* (X1) \rightarrow *Experience* (X6) \rightarrow PU (Y1) tidak signifikan ($p=0,445$), sehingga *Experience* tidak terbukti sebagai mediator hubungan *Subjective Norm* terhadap PU pada penggunaan E-EMS di PT XYZ. Temuan tambahan menunjukkan X1 \rightarrow X6 signifikan namun berarah negatif ($\beta=-0,170$; $p=0,035$), yang mengindikasikan adanya dinamika konteks: dorongan sosial dapat lebih terasa pada kelompok karyawan yang pengalaman E-EMS-nya belum kuat, tetapi jalur tersebut tidak berujung pada peningkatan PU.
- d. Sikap karyawan PT XYZ terhadap E-EMS (ATU/Y2) lebih dipengaruhi oleh faktor kemudahan daripada manfaat. PEoU (X8) \rightarrow ATU (Y2) terbukti positif dan signifikan ($\beta=0,292$; $p=0,005$), sedangkan PU (Y1) \rightarrow ATU (Y2) tidak signifikan ($p=0,627$). Ini berarti, bagi pegawai PT XYZ, sikap positif terhadap E-EMS lebih terbentuk ketika sistem terasa praktis dan tidak menyulitkan, bukan semata karena mereka menganggap sistem tersebut bermanfaat.
- e. Niat karyawan PT XYZ untuk terus menggunakan E-EMS (BIU/Y3) sangat ditentukan oleh sikap. Jalur ATU (Y2) \rightarrow BIU (Y3) positif dan sangat signifikan ($\beta=0,747$; $p=0,000$), sedangkan PU (Y1) \rightarrow BIU (Y3) tidak signifikan ($p=0,754$). Dengan demikian, meskipun E-EMS dinilai berguna, niat penggunaan berkelanjutan lebih kuat muncul ketika pegawai memiliki sikap positif dan kenyamanan dalam penggunaan sistem, yang sebelumnya didorong oleh persepsi kemudahan.
- f. Pengaruh tidak langsung *Subjective Norm* (X1) terhadap BIU (Y3) melalui *Experience* (X6) maupun *Voluntariness* (X7) tidak signifikan (mis. X1 \rightarrow X6 \rightarrow Y3 $p=0,260$; X1 \rightarrow X7 \rightarrow Y3 $p=0,552$), sehingga kedua variabel tidak berperan sebagai mediator dalam konteks ini. Namun, terdapat temuan penting bahwa *Voluntariness* (X7) \rightarrow BIU (Y3) signifikan pada α 10% ($\beta=0,076$; $p=0,090$), yang menunjukkan semakin pegawai PT XYZ merasa penggunaan E-EMS dilakukan lebih “atas

- kemauan sendiri” (bukan sekadar paksaan), semakin meningkat niat mereka untuk menggunakan E-EMS, meskipun besaran pengaruhnya relatif kecil.
- g. Ketercapaian *Actual System Usage* (Z) sebagai proksi dukungan terhadap indikator GMP melalui implementasi E-EMS pada karyawan Bio Farma terutama ditentukan oleh niat penggunaan. Jalur BItU (Y3) → ASU/GMP (Z) terbukti positif dan signifikan ($\beta=0,436$; $p=0,000$), sehingga semakin kuat niat karyawan menggunakan E-EMS, semakin tinggi realisasi penggunaan aktual yang mendukung capaian GMP. Sementara itu, pengaruh PU (Y1) terhadap Z melalui jalur mediasi yang diuji tidak terbukti signifikan (mis. $Y1 \rightarrow Y2 \rightarrow Y3 \rightarrow Z$ $p=0,637$), yang mengindikasikan bahwa “merasa berguna” belum cukup menggerakkan capaian penggunaan aktual/GMP tanpa penguatan sikap dan niat yang lebih kuat.

6. Daftar Pustaka

- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). (2018). *Peraturan Badan POM tentang Pedoman Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB)*.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2024). Pedoman Cara Pembuatan Obat yang Baik. Diambil dari sumber: <https://peraturan.bpk.go.id/Download/345540/peraturan-bpom-no-7-tahun-2024>.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2024). *Peraturan Badan POM Nomor 7 Tahun 2024 tentang Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB)*. BPOM RI.
- Bokrantz, J., Skoogh, A., Berlin, C., Wuest, T., & Stahre, J. (2020). *Smart maintenance: A research agenda for industrial maintenance management*. International Journal of Production Economics, 224, 107547. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107547>
- British Standards Institution. (2017). *BS EN 13306:2017 Maintenance—Maintenance terminology* (Standard).
- Brunetti, F., Matt, D. T., Bonfanti, A., De Longhi, A., Pedrini, G., & Orzes, G. (2020). *Digital transformation challenges: Strategies emerging from a multi-stakeholder approach*. The TQM Journal, 32(4), 697–724. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0309>
- Buer, S.-V., Fragapane, G. I., & Strandhagen, J. O. (2018). *Using digitalization for continuous improvement: The data-driven process improvement cycle*. IFAC-PapersOnLine, 51(11), 1035–1040. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.471>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
- Davis, F. D. (1989). *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. MIS Quarterly, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Electronic Code of Federal Regulations (eCFR). (n.d.). *21 CFR 211.68—Automatic, mechanical, and electronic equipment*.
- Electronic Code of Federal Regulations. (n.d.). *21 CFR § 211.67 Equipment cleaning and maintenance*.
- Elnadi, M., Abd-Elwahed, M. S. (2023). *Industry 4.0: Critical investigations and synthesis of key findings*. Vol. 74 Pages 711–744. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11301-022-00314-4>

- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). *Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error*. Journal of Marketing Research, 18(1), 39–50.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). SAGE.
- Hole, G. Hole, A.S. and McFalone-Shaw. (2021). *Digitalization in pharmaceutical industry: What to focus on under the digital implementation process?*. International Journal of Pharmaceutics: X 3 - 100095.
- Ilmi, M., Agung, C., & Kurniawan, A. (2020). *[Artikel tentang evaluasi TAM (PU & PEOU) pada penerapan sistem/teknologi]*. Relasi: Jurnal Ekonomi, Vol. 16 No. 2. <https://jurnal.itsm.ac.id/index.php/relasi/article/view/371>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Acatech – National Academy of Science and Engineering.
- Kaswan, Cross, J., Garza-reyes, J.A. and Antony, J. 2022. *Integrating green lean six sigma and industry 4. 0: a conceptual framework*. Journal of Manufacturing Technology Management, 34(1), 87-121. <https://doi: 10.1108/JMTM-03-2022-0115>.
- Khanzode, A. G., Sarma, P. R. S., Mangla, S. K., Yuan, H. (2021). Modeling the Industry 4.0 adoption for sustainable production in micro, small & medium enterprises. Journal of Cleaner Production. 279(6127):123489. <https://DOI:10.1016/j.jclepro.2020.123489>
- Kock, N. (2015). Common method bias in PLS-SEM: A full collinearity assessment approach. International Journal of e-Collaboration, 11(4), 1–10.
- Lee, Y., Kozar, K. A., & Larsen, K. R. T. (2003). *The technology acceptance model: Past, present, and future*. Communications of the Association for Information Systems, 12, 752–780.
- MaintMaster Systems AB. (2024). *Maintenance Manual 2024 EN* (Manual; terminology reproduced with authorization from SS-EN 13306).
- Nurchahyo, R., & Nurdini, A. (2024). *Manajemen Pemeliharaan Preventive (Preventive Maintenance): Teori dan Aplikasi* (Cetakan pertama). PT Pena Persada Kerta Utama. ISBN 978-623-167-665-8.
- Robbins, S. P., Bergman, R., Coulter, M., & DeCenzo, D. A. (2017). *Management* (8th ed.). Pearson.
- Schepers, J., & Wetzels, M. (2007). *A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects*. Information & Management, 44(1), 90–103.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2019). *Operations management* (9th ed.) [Preview]. Pearson.
- U.S. Food and Drug Administration. (2003). *Guidance for Industry: Part 11, Electronic Records; Electronic Signatures—Scope and Application*.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). *Technology Acceptance Model 3 and a research agenda on interventions*. Decision Sciences, 39(2), 273–315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>

- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). *User acceptance of information technology: Toward a unified view*. Journal of Strategic Information Systems, 28(2), 118–144.
- Vial, G. (2019) *Understanding Digital Transformation: A Review and A Research Agenda*. The Journal of Strategic Information Systems. Vol. 28(2): 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- World Health Organization. (2014). *TRS 986—Annex 2: WHO good manufacturing practices for pharmaceutical products: Main principles*. WHO.
- World Health Organization. (2015). *WHO good manufacturing practices for pharmaceutical products: main principles* (WHO Technical Report Series No. 986, Annex 2). WHO.
- World Health Organization. (2015). *WHO guidance on good data and record management practices*. WHO.
- World Health Organization. (2016). *Guidance on good data and record management practices* (WHO Technical Report Series No. 996, Annex 5). WHO.
- World Health Organization. (2019). *TRS 1019—Annex 3: Good manufacturing practices: Guidelines on validation*. WHO.
- World Health Organization. (2021). *WHO guidelines on the quality of water for pharmaceutical use*. In *WHO Expert Committee on Specifications for Pharmaceutical Preparations: Fifty-fifth report* (WHO Technical Report Series, No. 1033, Annex). WHO.