FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

Rancang Bangun Sistem Otomatisasi *Material Requirement Planning* Berbasis *Reorder Point* dan *Safety Stock*

Florencia Aprilia Yessica [1)], Priskila Christine Rahayu [1*)]
[1]Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

ABSTRACT

The Material Requirement Planning (MRP) process at one of the plants in a tire manufacturing company is carried out semi-manually using several separate Microsoft Excel files, because the plant cannot yet access the company's main MRP system. This condition causes slower data processing and increases the risk of input errors. This study aimed to design and developed an automated Material Requirement Planning system based on Macro VBA in Microsoft Excel to support the production material planning process. The system consists of three main modules: Material Incoming System, MRP System, and Dashboard Monitoring, integrated using Power Query and separate databases. Material requirements are derived from the Master Production Schedule and Bill of Materials, and Safety Stock and Reorder Point (ROP), are calculated from a seven-day forward moving average and standard deviation of planned usage (98% service level, one-day lead time). Planned order receipts are generated automatically and rounded up to the supplier's pack size. System testing was conducted using Black Box Testing, mathematical validation, the System Usability Scale (SUS), and a time study with 15 repeated measurements per activity before and after implementation. All 30 Black Box test scenarios passed. Mathematical validation using material sample B303V over seven projection dates showed that all system calculation results were identical to manual calculations. The mean SUS score from 13 users was 73.5 (SD 5.2; 95% CI 70.3-76.6), which falls into the Good and Acceptable categories. The mean total process time decreased from 28 minutes 49 seconds to 7 minutes 6 seconds, a 75.35% reduction that was statistically significant (Welch's t-test, $p < 0.001$). In conclusion, the developed system provides a low-cost spreadsheet-based tool that supports faster and more consistent material requirement decisions for plants not yet integrated with an ERP-based MRP system, although its configuration must be adjusted for other business processes.

ARTICLE INFO

Keywords: inventory control; macro-VBA; material requirement planning; reorder point; safety stock

***Corresponding author**:
priskila.christine@uph.edu

Article history:
Submitted 4 Sep 2026
Revised 7 Nov 2026
Accepted 9 Nov 2026
Online Available 11 Nov 2026
Published 20 Nov 2026

CC BY SA

1. Pendahuluan

Industri manufaktur ban merupakan salah satu sektor yang memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap ketersediaan material dalam proses produksinya. Dalam praktiknya, pengelolaan material di lingkungan industri ban sering kali melibatkan beberapa plant yang saling bergantung, sebuah kondisi yang dikenal sebagai rantai pasok internal [1]. Isu mengenai risiko rantai pasok, terutama yang disebabkan oleh keterlambatan pasokan material, sering kali bersumber dari kurangnya koordinasi yang jelas dan terukur antarpihak [2]. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan risiko melalui koordinasi yang rutin dan efektif dengan pihak pemasok untuk meminimalkan potensi keterlambatan pasokan material [3]. Keterlambatan yang tidak dikendalikan dapat menghambat kegiatan produksi dan menimbulkan biaya akibat kekurangan persediaan (*stockout*) [4].

Untuk mengatasi risiko keterlambatan tersebut, manajemen menerapkan kebijakan menjaga stok *buffer*. Persediaan pengaman (*safety stock*) berfungsi krusial untuk menjaga kelancaran produksi dan mencegah kekurangan pasokan [5]. Oleh karena itu, penentuan titik pemesanan kembali (*Reorder Point*, ROP) yang mempertimbangkan tingkat kebutuhan material dan waktu pengiriman (*lead time*) menjadi aspek penting dalam manajemen persediaan [6]. Penetapan ROP yang tepat, berdasarkan analisis permintaan dan waktu tunggu, berperan penting dalam menjaga keseimbangan antara ketersediaan bahan baku dan kebutuhan produksi [7].

Sementara itu, sistem utama perencanaan material di perusahaan sebenarnya telah terintegrasi dalam *Material Requirement Planning* (MRP) berbasis *Oracle*. Namun, plant ini belum dapat mengakses sistem tersebut secara langsung karena adanya potensi konflik kode item antar-*plant*. Masalah integrasi dan perbedaan proses bisnis antarunit ini merupakan tantangan umum dalam implementasi *Enterprise Resource Planning* (ERP), yang menuntut penyesuaian sistem dan manajemen

FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

perubahan yang cermat [8]. Akibatnya, perhitungan kebutuhan material masih dilakukan secara manual menggunakan lembar kerja Excel. Penggunaan metode manual ini menyulitkan perusahaan untuk memperoleh data stok secara *real-time*, padahal informasi tersebut sangat penting untuk mendukung pengambilan keputusan [9].

Pemanfaatan *Visual Basic for Applications* (VBA) memungkinkan proses perhitungan, penginputan, dan pembuatan laporan dilakukan secara otomatis dan konsisten, dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan metode manual [9]. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Safety* Stock dan *Reorder Point* efektif untuk mengendalikan persediaan, tetapi umumnya diterapkan sebagai perhitungan periodik berbasis data permintaan historis dan belum terintegrasi dengan proses pencatatan maupun pemantauan material [10], [11]. Di sisi lain, penerapan Macro VBA di lingkungan industri sebagian besar masih berfokus pada otomatisasi fungsi tunggal, seperti pencatatan kedatangan dan pencetakan label material [12], pencetakan *kit list* [13], atau pelatihan penggunaan aplikasi perencanaan persediaan [9]. Sistem informasi perencanaan stok berbasis MRP juga telah dikembangkan [14], tetapi umumnya mengasumsikan bahwa seluruh data dapat diakses dari satu sistem terpusat. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian berupa belum tersedianya alat bantu perencanaan material yang mengintegrasikan *BOM explosion* dari *Master Production Schedule*, perhitungan *Safety Stock* dan *Reorder Point* berbasis proyeksi kebutuhan ke depan, rekomendasi *Planned Order Receipt*, serta pemantauan kedatangan material dalam satu lingkungan kerja bagi *plant* yang belum terhubung dengan sistem ERP perusahaan, yang dievaluasi secara kuantitatif dari sisi akurasi, *usability* dan efisiensi waktu.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem perhitungan dan monitoring kebutuhan material produksi yang terintegrasi secara otomatis menggunakan Macro VBA pada Microsoft Excel, mencakup perhitungan *Reorder Point* dan *Safety Stock*, sebagai solusi mandiri bagi plant yang belum terintegrasi dengan sistem MRP utama perusahaan. Kontribusi penelitian ini adalah: (1) rancangan arsitektur data terintgrasi berbasis *file* yang menghubungkan modul pencatatan, perhitungan, dan pemantauan material tanpa memerlukan infrastruktur *server*; (2) penerapan perhitungan *Safety Stock* dan *Reorder Point* yang diperbarui otomatis berdasarkan proyeksi kebutuhan tujuh hari ke depan dari MPS, sehingga sesuai untuk pola produksi dengan *size* yang tidak diproduksi setiap hari; dan (3) evaluasi sistem secara kuantitatif melalui uji validasi matematis, *System Usability Scale*, serta studi waktu dengan pengukuran berulang dan uji statistik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun yang dilaksanakan pada Januari hingga April 2026 di salah satu *plant* manufaktur ban. Tahapan penelitian meliputi: (1) penelitian pendahuluan melalui observasi langsung terhadap aktivitas perencanaan dan pengendalian material; (2) studi literatur; (3) pengumpulan data; (4) pengolahan data dan perancangan sistem, yang mencakup penyusunan logika perhitungan, perancangan antarmuka dan pemrograman Macro VBA; (5) pengujian sistem, dengan perbaikan kode dan pengujian ulang apabila ditemukan ketidaksesuaian; serta (6) analisis hasil dan penarikan kesimpulan.

2.1 Objek dan Data Penelitian

Objek Penelitian difokuskan pada perhitungan kebutuhan *direct material* yang dipasok dari *plant* inernal dalam satu grup perusahaan, yaitu material *compound*, *treatment*, OB, dan *bead*. Data yang dikumpulkan mencakup *Master Production Schedule* (MPS), *Bill of Materials* (BOM), data persediaan, data jadwal dan aktual kedatangan material, serta *lead time* pengiriman material. Selain itu, dikumpulkan hasil perhitungan manual yang selama ini digunakan oleh *planner* sebagai pembanding pada tahap pengujian. Seluruh data diperoleh dari dokumen operasional dan lembar kerja perencanaan material perusahaan, kemudian diolah menjadi informasi sistematis menggunakan Macro *Visual Basic for Application* (VBA) pada Microsoft Excel.

2.2 Pengendalian Persediaan dan Parameter Perhitungan

Pengendalian persediaan (*inventory control*) yang efektif diperlukan agar jumlah persediaan berada pada tingkat optimal dengan menyeimbangkan risiko *stockout* dan *overstock* [10]. Konsep utama yang digunakan dalam sistem ini adalah *Safety Stock* (SS) dan *Reorder Point* (ROP).

FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

Safety Stock berfungsi sebagai cadangan untuk mengantisipasi ketidakpastian dalam sistem produksi, seperti fluktuasi permintaan dan keterlambatan pasokan [11]. Secara matematis, perhitungan persediaan pengaman didefinisikan menggunakan persamaan berikut:

$$\boldsymbol{Safety\ Stock = Z\ x\ \sqrt{Lead\ Time}\ x\ \sigma_d}$$

Di mana $\boldsymbol{Z}$ adalah nilai *safety factor* sesuai tingkat layanan (*service level*) yang diharapkan [14], $\boldsymbol{Lead\ Time}$ adalah waktu tunggu pemesanan hingga material diterima, dan $\boldsymbol{\sigma_d}$ adalah standar deviasi kebutuhan harian yang pada sistem ini dihitung dari proyeksi kebutuhan selama 7 hari ke depan.

Selanjutnya, *Reorder Point* mengacu pada batas kuantitas minimum item di gudang yang menandakan bahwa pemesanan ulang harus segera dilakukan [15]. Rumus ROP adalah sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Reorder\ Point = (d\ x\ L) + Safety\ Stock}$$

Di mana $\boldsymbol{d}$ adalah tingkat rata-rata kebutuhan harian, dan $\boldsymbol{L}$ adalah waktu tenggang atau lead time [16].

Parameter perhitungan pada sistem ditetapkan sebagai berikut. Pertama, kebutuhan material harian (*material usage*) diperoleh melalui *BOM explosion*, yaitu perkalian jumlah produksi setiap SKU pada MPS dengan kebutuhan material per unit pada BOM. Kedua, nilai $\boldsymbol{d}$ dan $\boldsymbol{\sigma_d}$ dihitung dari proyeksi kebutuhan tujuh hari ke depan (*forward moving average* 7 hari), bukan dari data historis, karena beberapa *size* tidak diproduksi setiap hari dan terdapat *size* baru yang belum memiliki riwayat pemakaian. Nilai kebutuhan nol yang merepresentasikan hari tidak berproduksi dikecualikan, sehingga $\boldsymbol{d}$ merupakan rata-rata dan $\boldsymbol{\sigma_d}$ merupakan standar deviasi sampel (fungsi STDEV.S) dari hari berproduksi dalam cakupan tersebut. Ketiga, *service level* ditetapkan sebesar 98% (Z = 2,05) karena ketersediaan material bergantung pada *plant* pemasok internal yang memiliki prioritas produksi masing-masing. Keempat, *lead time* ditetapkan konstan sebesar 1 hari karena seluruh *plant* pemasok berada dalam satu grup perusahaan dengan jadwal pengiriman harian, dan pesanan untuk kedatangan hari berikutnya dikirim pada hari yang sama. Kelima, proyeksi stok (*stock projection*) dihitung sebagai stok awal ditambah kedatangan material dikurangi penggunaan material. Apabila proyeksi stok berada di bawah ROP, sistem menghitung kebutuhan bersih (*net requirement*) sebagai selisih ROP dan proyeksi stok, kemudian membulatkannya ke atas sesuai kelipatan *pack size* menggunakan fungsi *Ceiling* sehingga diperoleh *Planned Order Receipt* (POR):

$$\boldsymbol{POR = Ceiling\ (ROP - Stock\ Projection; pack\ size), jika\ Stock\ Projection < ROP}$$

Data MPS dan BOM diasumsikan valid pada saat diunggah ke dalam sistem.

2.3 Pengujian Sistem dan Analisis Data

Sistem yang dikembangkan dievaluasi melalui tiga metode pengujian. Pertama, *Black Box Testing* yang berfokus pada verifikasi antarmuka dan fungsi aplikasi berdasarkan data masukan tanpa melakukan pengujian terhadap *source code* program [17]. Pengujian mencakup 30 skenario uji, yaitu 13 skenario pada *Material Incoming System* yang dijalankan oleh tiga operator *material supply* dan 17 skenario pada *MRP System* yang dijalankan oleh *staff production planning*. Kedua, validasi matematis dengan membandingkan keluaran sistem pada sheet MRP_StockProjection terhadap perhitungan manual menggunakan Microsoft Excel untuk material sampel B303V pada tujuh tanggal proyeksi (12-18 Mei 2026), yang mencakup *forward moving average*, standar deviasi, *Safety Stock*, dan POR. Ketiga, pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri dari 10 pernyataan kuesioner dengan skala Likert 1-5 untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem berdasarkan persepsi pengguna akhir [18], [19]. Kuisioner diberikan kepada 13 responden sesuai fungsi kerjanya, yaitu 2 pengguna *MRP System*, 3 pengguna *Material Incoming System*, dan 8 pengguna *Dashboard Monitoring*. Skor setiap responden dihitung dengan mengurangkan 1 dari skor butir bernomor ganjil dan mengurangkan skor butir bernomor genap dari 5, kemudian jumlahnya dikalikan 2,5.

Selain ketiga pengujian tersebut, dilakukan studi waktu untuk membandingkan durasi proses perencanaan material sebelum (*before*) dan sesudah (*after*) implementasi sistem. Pengukuran dilakukan sebanyak 15 kali untuk setiap aktivitas utama pada kedua kondisi. Data waktu disajikan dalam bentuk

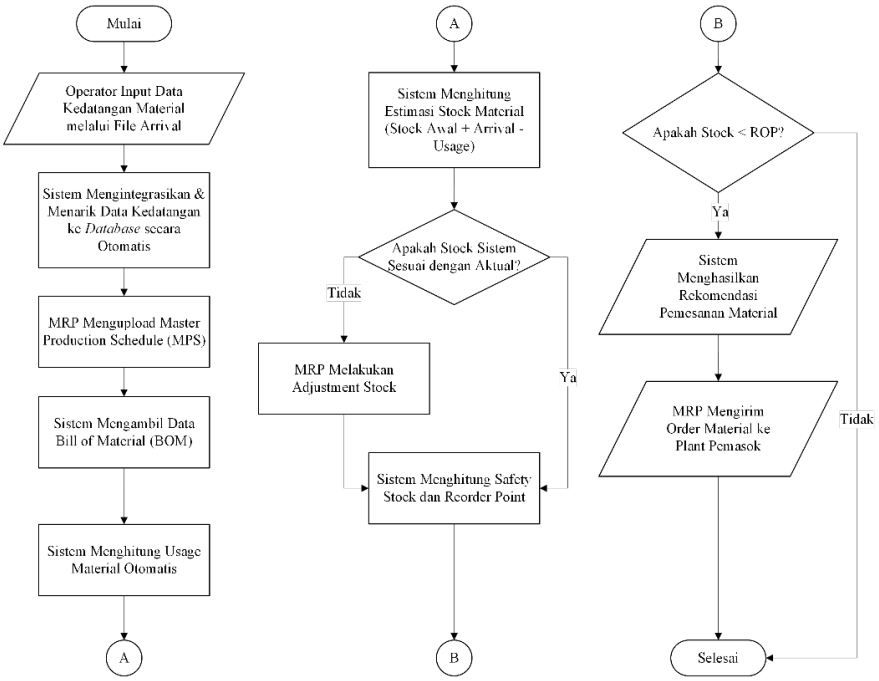
FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

rata-rata, standar deviasi (SD), dan interval kepercayaan (*confidence interval*, CI) 95%. Normalitas data diuji menggunakan Shapiro-Wilk, sedangkan perbedaan rata-rata waktu sebelum dan sesudah implementasi diuji menggunakan uji-t Welch ($\alpha = 0{,}05$) yang tidak mengasumsikan kesamaan varians, dengan uji Mann-Whitney sebagai pembandin nonparametrik. Skor SUS juga disajikan dengan SD dan CI 95%, kemudian dibandingkan dengan nilai acuan rata-rata SUS sebesar 68 menggunakan uji-t satu sampel [20], [21].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Arsitektur dan Alur Sistem

Analisis alur kerja manual menunjukkan bahwa data tersebar pada beberapa file Microsoft Excel terpisah yang harus diolah oleh *planner*, sehingga waktu pengolahan menjadi tinggi dan risiko *human error* meningkat [9]. Sistem baru dirancang menggunakan arsitektur data terintegrasi berbasis file (*Integrated File-Based Data Architecture*). Sistem memisahkan fungsi input operasional dan fungsi analisis melalui integrasi *Power Query* dan Macro VBA. Basis data dirancang dengan beberapa entitas tabel utama, yaitu *Material_Master*, *RawData_Arrival*, *RawData_Schedule*, *Inventory_Transaction*, dan *Database_BOM*. Alur sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur sistem perencanaan material terintegrasi VBA

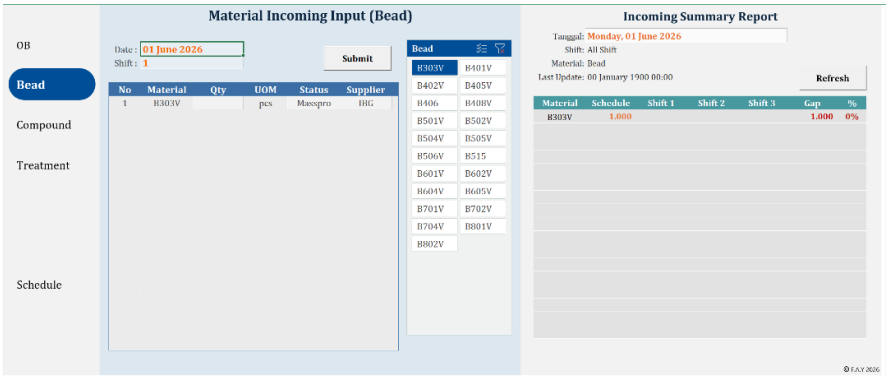
Berdasarkan arsitektur pada Gambar 1, implementasi sistem terdiri atas tiga modul utama, yaitu *Material Incoming System*, *MRP System*, dan *Dashboard Monitoring*. Ketiga modul tersebut saling terintegrasi melalui database dan *Power Query* sehingga proses pencatatan data, perhitungan kebutuhan

FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

material, hingga penyajian informasi dapat dilakukan secara otomatis.

3.2. Implementasi Sistem

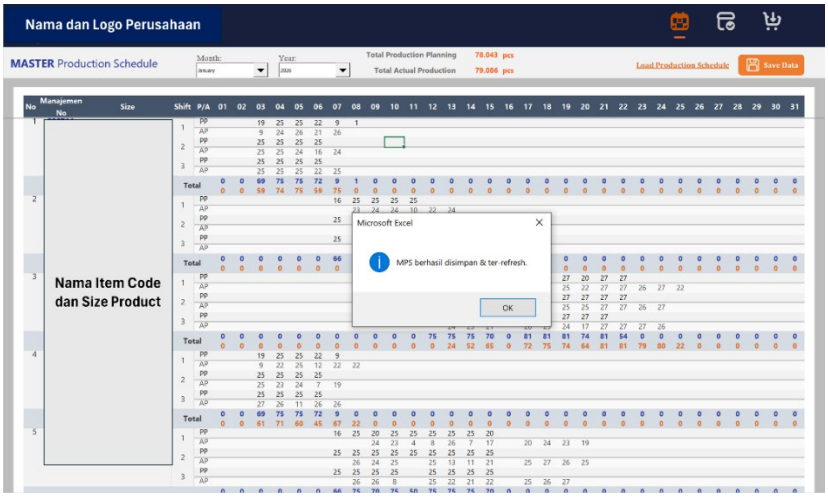
3.2.1. *Material Incoming System*



Gambar 2 Implementasi *Material Incoming System*

Tampilan *Material Incoming System* ditunjukkan pada Gambar 2. Modul ini dikembangkan untuk mendukung proses pencatatan kedatangan material dari plant pemasok secara terintegrasi. Data aktual dan jadwal kedatangan material yang dicatat disimpan ke dalam *database* sistem sebagai dasar perhitungan kebutuhan material. Validasi data, pemilihan tanggal menggunakan *calendar pop-up*, dan penyimpanan otomatis membantu mengurangi kesalahan input serta menghilangkan proses *double entry*. Selain itu, fitur penyaringan (*filter*) berdasarkan jenis material mempercepat proses penginputan dan pencarian data.

3.2.2. *MRP System*

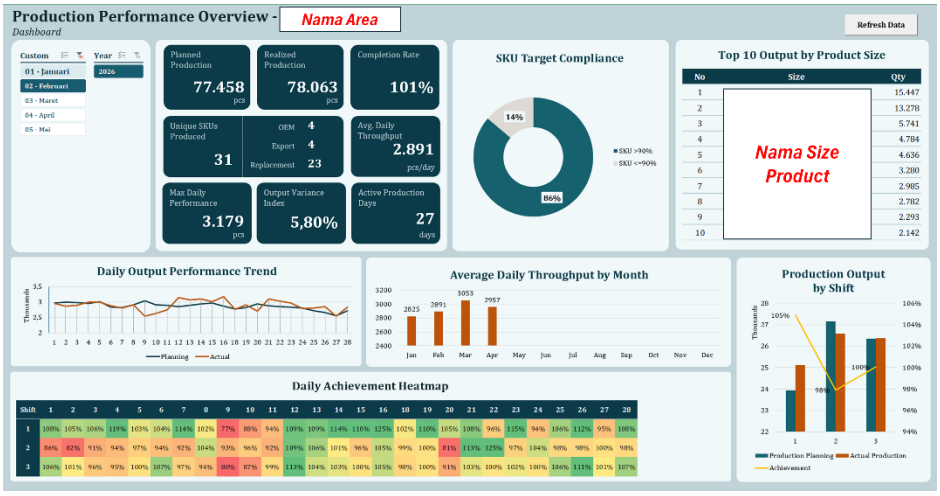


Gambar 3 Implementasi *MRP System*

Gambar 3 menunjukkan *MRP System*, yaitu modul utama yang digunakan untuk mengolah data produksi dan menghasilkan rekomendasi kebutuhan material. Modul ini mengintegrasikan data MPS, BOM, data persediaan, dan parameter perencanaan pada Subbab 2.2 untuk menghitung *Stock Projection*, *Safety Stock*, *Reorder Point*, serta *Planned Order Receipt* secara otomatis. Hasil perhitungan kemudian dapat diekspor menjadi dokumen rekomendasi pemesanan material yang telah dikelompokkan berdasarkan plant pemasok.

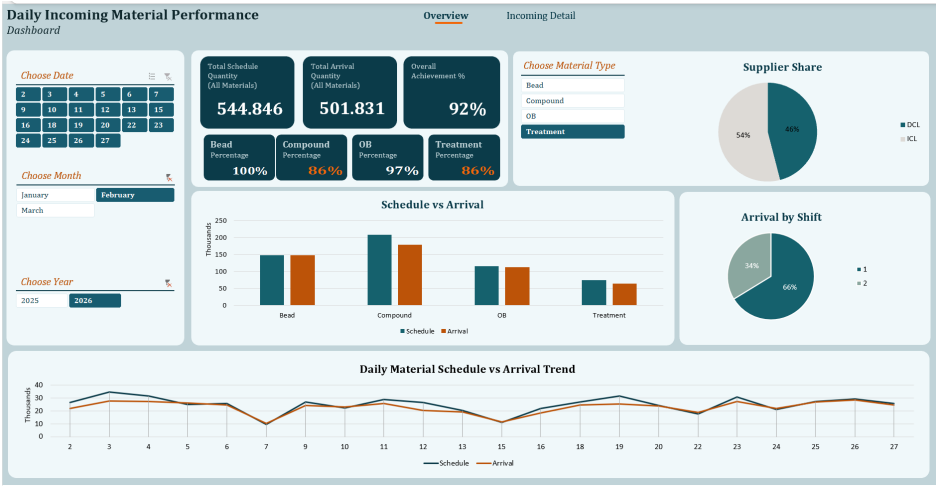
FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

3.2.3. Dashboard Monitoring



Gambar 4 Implementasi Dashboard Monitoring Produksi

Gambar 4 menunjukkan *Dashboard* Produksi yang dikembangkan sebagai media visualisasi data untuk mendukung proses pemantauan aktivitas produksi. Dashboard ini menyajikan informasi yang berasal dari MPS, seperti pencapaian produksi, rata-rata output harian, distribusi produksi berdasarkan ukuran produk dan *shift*, serta tren performa produksi. Penyajian informasi dalam bentuk grafik dan indikator visual memudahkan pengguna dalam mengevaluasi kondisi produksi secara cepat tanpa harus melakukan pengolahan data secara manual.



Gambar 5 Implementasi Dashboard Incoming Material

Gambar 5 menunjukkan *Dashboard Incoming Material* yang digunakan untuk memantau realisasi kedatangan material dari setiap plant pemasok dengan membandingkan data jadwal dan aktual kedatangan. *Dashboard* ini menampilkan informasi mengenai status kedatangan material serta dilengkapi dengan fitur filter berdasarkan kategori material dan periode tertentu. Melalui visualisasi tersebut, pengguna dapat mengidentifikasi potensi keterlambatan pasokan secara lebih cepat sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam proses perencanaan material.

3.3. Validasi Matematis

Pengujian matematis dilakukan untuk memverifikasi kebenaran implementasi algoritma VBA menggunakan sampel *direct material* dengan kode B303V pada tujuh tanggal proyeksi, yaitu 12-18 Mei 2026. Data proyeksi kebutuhan dihitung menggunakan *forward moving average* selama 7 hari ke depan.

FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

Sebagai contoh, pada tanggal 12 Mei 2026, kebutuhan tujuh hari ke depan adalah 2.488; 2.208; 0; 2.416; 2.332; 2.348; dan 2.488 unit. Setelah nilai nol (hari tidak berproduksi) dikecualikan, rata-rata penggunaan ($\boldsymbol{d}$) sebesar 2.380 dan standar deviasi sebesar 107,27. Dengan *lead time* 1 hari dan faktor keamanan ($\boldsymbol{Z}$) 2,05 untuk *service level* 98%, diperoleh *Safety Stock* (SS) sebesar 219,91 dan ROP 2.599,91. Nilai yang ditampilkan sistem VBA pada *sheet* MRP_StockProjection sama dengan hasil perhitungan manual tersebut.

Selain itu, sistem juga divalidasi pada penentuan rekomendasi *Planned Order Receipt* (POR). Pada simulasi tanggal 13 Mei 2026, proyeksi stok berada di angka 2.225 (berada di bawah ROP 2.599,91). Sistem secara otomatis menghitung net requirement sebesar 374,91 dan melakukan pembulatan ke atas (*Ceiling*) berdasarkan *pack size* material (100 unit), sehingga menghasilkan rekomendasi order akhir (POR) sebesar 400 unit. Rincian hasil validasi matematis untuk seluruh tanggal proyeksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Validasi perhitungan matematis sistem (Material B303V, 12-18 Mei 2026)

Tanggal	Rata-rata kebutuhan (*d*)	Standar Deviasi	*Safety Stock*	*Reorder Point* (manual = sistem)
12 May 2026	2.380,00	107,27	219,91	2.599,91
13 May 2026	2.380,00	107,27	219,91	2.599,91
14 May 2026	2.424,00	70,43	144,38	2.568,38
15 May 2026	2.435,43	71,05	145,65	2.581,07
16 May 2026	2.445,71	72,95	149,55	2.595,26
17 May 2026	2.463,43	53,09	108,83	2.572,26
18 May 2026	2.485,71	17,10	35,06	2.520,78
Validasi POR 13 May 2026: *stock projection* 2.225 < ROP 2.599,91 → *net requirement* 374,91 → POR = 400 unit (*pack size* 100); hasil manual = sistem				

Berdasarkan Tabel 1, seluruh nilai *forward moving average*, standar deviasi, *Safety Stock*, ROP, dan POR yang dihasilkan sistem identik dengan perhitungan manual pada seluruh tanggal yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa logika perhitungan MRP berbasis persediaan stokastik telah diimplementasikan dengan benar pada Macro VBA. Namun, validasi ini merupakan verifikasi kebenaran implementasi rumus pada satu material sampel; kinerja kebijakan persediaan yang dihasilkan, seperti frekuensi stockout dan tingkat persediaan aktual, belum dievaliasi dalam penelitian ini.

3.4. Pengujian Fungsionalitas dan *Usability* (SUS)

Hasil pengujian *Black Box* menunjukan bahwa seluruh 30 skenario uji berstatus *pass*, termasuk fungsi *calendar pop-up*, *auto-unlock*, *auto-refresh*, perlindungan sel, ekspor dokumen, serta pembentukan rekomendasi order. Pengujian terhadap kepuasan pengguna akhir dilakukan menggunakan *System Usability Scale* (SUS) kepada 13 responden, dengan hasil pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil evaluasi *System Usability Scale* (SUS)

Modul Sistem	Jumlah Responden	Rata-Rata Skor SUS ± SD [CI 95%]	*Adjective Rating*	*Acceptability Range*
MRP System	2	77,5 ± 0,0 [–][b]	*Good/Excellent*	*Acceptable*
Material Incoming System	3	69,2 ± 5,2 [56,2 – 82,1]	*Good*	*Acceptable (Marginal High)*
Dashboard Monitoring	8	74,1 ± 5,0 [69,9 – 78,2]	*Good*	*Acceptable*
Total Rata-Rata[a]	13	73,5 ± 5,2 [70,3 – 76,7]	*Good*	*Acceptable*

Keterangan: [a] rata-rata dari 13 responden; [b] CI 95% tidak dihitung karena n = 2.

Berdasarkan Tabel 2, skor rata-rata keseluruhan dari 13 responden adalah 73,5 (SD = 5,2; CI 95% = 70,3 – 76,6) dengan median 75,0. Batas bawah CI 95% berada di atas nilai acuan rata-rata SUS sebesar 68, dan uji-t satu sampel menunjukkan bahwa skor tersebut lebih tinggi secara signifikan dibandingkan

FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

nilai acuan (t(12) = 3,82; p = 0,002) [20]. Skor gabungan ini termasuk dalam klasifikasi "*Good*" dan kategori "*Acceptable*" [19]. Pada tingkat modul, *MRP System* memperoleh skor tertinggi (77,5), disusul *Dashboard Monitoring* (74,1) dan *Material Incoming System* (69,2). Berdasarkan observasi lapangan dan umpan balik responden, *skor Material Incoming System* yang lebih rendah lebih dipengaruhi oleh keberatan operator terhadap disiplin pencatatan setiap kedatangan material pada akhir sesi kerja dibandingkan oleh desain antarmuka. Karena jumlah responden per modul kecil (2-8 orang), perbandingan antarmodul hanya bersifat indikatif dan tidak diuji secara inferensial.

3.5. Analisis Efisiensi Waktu Proses

Evaluasi perbandingan waktu proses dilakukan melalui15 kali pengukuran untuk setiap aktivitas utama pada proses manual (*before*) dan proses otomatis (*after*). Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 3 dalam bentuk rata-rata dan standar deviasi, sedangkan hasil uji statistik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3 Perbandingan waktu proses perencanaan material (n = 15 pengukuran per tahapan dan kondisi)

No	Tahapan Aktivitas (*Step*)	Proses Manual (*Before*)	Proses Otomatisasi (*After*)	Waktu Sebelum (rata-rata ± SD)	Waktu Sesudah (rata-rata ± SD)
1	*Update* Data Kedatangan Material	Operator material mencatat di Excel manual, kemudian *Planner* menyalin ulang (*entry* ulang) ke file monitoring	Data diinput sekali oleh operator melalui modul *incoming*; *database* memperbarui status kedatangan secara otomatis	00:52,80 ± 9,46	00:00,00 ± 0,00
2	*Update* MPS (*Balance Out*)	Melakukan *update* jadwal produksi berdasarkan data Staff Production Planning secara manual	Melakukan *update* jadwal produksi berdasarkan data Staff Production Planning ke dalam sistem	04:01,72 ± 29,44	04:09,31 ± 28,92
3	Konsolidasi BOM & SKU	Mencocokkan SKU dengan file database mandiri; jika ada size baru, dilakukan pengecekan manual ke file BOM asli	Sistem secara otomatis melakukan lookup ke *database* material terintegrasi untuk seluruh SKU di dalam MPS	00:00,00	00:00,00
4	Kalkulasi Penggunaan dan Stock	Melakukan rekapitulasi data stok lapangan dan menghitung penggunaan harian	Script VBA mengompilasi data stok aktual dari lapangan dan menghitung total penggunaan material secara otomatis	05:42,17 ± 32,41	02:01,63 ± 29,55
5	Penyusunan Rencana *Order* dan *Output* Dokumen	Menentukan jumlah dan jadwal pengangkutan material secara manual dan memasukkannya ke dalam *form order* material	Sistem menghasilkan rekomendasi jumlah dan jadwal pemesanan material secara otomatis.	18:12,40 ± 99,08	00:55,28 ± 20,75
	Total Waktu			**28:49,09 ± 106,97**	**07:06,21 ± 74,93**

Keterangan: waktu ditulis sebagai rata-rata (menit:detik) ± SD (detik). Tahap 3 tidak memerlukan waktu pada kedua kondisi selama periode pengukuran.

FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

Tabel 4 Hasil uji statistik perbedaan waktu proses sebelum dan sesudah otomatisasi

Tahapan	Selisih rata-rata (detik)	CI 95% selisih (detik)	Uji-t Welch: t (df)	p-value
1. *Update* Data Kedatangan Material[a]	52,80	47,57 s.d. 58,04	21,63 (14)	< 0,001
2. *Update* MPS (*Balance Out*)	−7,59	−29,42 s.d. 14,24	−0,71 (28,0)	0,482
3. Kalkulasi Penggunaan dan *Stock*	220,54	197,33 s.d. 243,75	19,47 (27,8)	< 0,001
4. Penyusunan Rencana *Order* dan *Output* Dokumen	1.037,13	981,48 s.d. 1.092,77	39,68 (15,2)	< 0,001
Total Waktu	**1.302,88**	**1.233,44 s.d. 1.372,31**	**38,64 (25,1)**	**< 0,001**

Keterangan: selisih = waktu sebelum – waktu sesudah. [a]Waktu sesudah bernilai konstan 0 karena tahap ini dieliminasi, sehingga digunakan uji-t satu sampel terhadap nilai 0.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa sebelum otomatisasi, total waktu proses manual memerlukan rata-rata 28 menit 49 detik (SD = 1 menit 47 detik; CI 95% = 27:50-29:48). Setelah sistem berbasis VBA diterapkan, total waktu proses menjadi rata-rata 7 menit 6 detik (SD = 1 menit 15 detik; CI 95% = 6:25-7:48). Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa seluruh data waktu berdistribusi normal (p = 0,304 – 0,994). Berdasarkan Tabel 4, penurunan total waktu sebesar 21 menit 43 detik signifikan secara statistik (p < 0,001), dan uji Mann-Whitney memberikan kesimpulan yang sama (p < 0,001). Penurunan ini setara dengan peningkatan efisiensi waktu sebesar 75,35%. Pengurangan waktu terbesar terjadi pada fase penyusunan rencana *order* dan *output* dokumen, yaitu dari 18 menit 12 detik menjadi kurang dari 1 menit, karena penentuan jumlah dan jadwal pemesanan kini dilakukan otomatis berdasarkan *Stock Projection*, *Safety Stock*, dan ROP. Sebaliknya, tahap *update* MPS sedikit lebih lama setelah otomatisasi (rata-rata 7,6 detik), tetapi perbedaan ini tidak signifikan (p = 0,482) dan disebabkan oleh proses validasi serta sinkronasi data produksi sebelum perhitungan MRP. Selain itu, sistem menghilangkan langkah penyalinan data antar-*file* pada metode *double entry*, sehingga sumber potensi kesalahan *copy-paste* berkurang [9]. Namun, frekuensi kesalahan aktual sebelum dan sesudah implementasi tidak diukur dalam penelitian ini.

3.6. Kontribusi dan Keunggulan Metodologis

Dibandingkan penelitian terdahulu, kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi metode dan proses, bukan pada pengembangan rumus persediaan baru. Penelitian [10] dan [11] menerapkan *Safety Stock* dan *Reorder Point* sebagai perhitungan analitis berbasis data permintaan historis, sedangkan sistem dalam penelitian ini menghitung ulang kedua parameter tersebut secara otomatis untuk setiap tanggal proyeksi berdasarkan MPS tujuh hari ke depan. Pendekatan ini sesuai untuk lingkungan produksi dengan *size* yang tidak diproduksi setiap hari, di mana data historis dapat menghasilkan rata-rata dan standar deviasi yang tidak representatif atau bernilai nol. Penerapan Macro VBA pada penelitian [12] dan [13] mengotomatisasi fungsi tunggal, sedangkan sistem ini menghubungkan pencatatan kedatangan, *BOM explosion*, perhitungan SS, ROP, dan POR, ekspor dokumen pemesanan per *plant* pemasok, serta *dashboard* pemantauan dalam satu arsitektur data. Evaluasi juga dilakukan secara berlapis, yaitu kebenaran fungsi (*Black Box Testing*), kebenaran perhitungan (validasi matematis), penerimaan pengguna (SUS), dan dampak operasional (studi waktu dengan uji statistik). Dari sisi praktis, penggunaan Microsoft Excel yang telah digunakan sehari-hari di *plant* memungkinkan implementasi dengan biaya rendah, tanpa infrastruktur *server* tambahan, dan tanpa mengubah kebiasaan kerja pengguna secara drastis.

FaST - Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.10, No.2, Nov 2026
e-ISSN 2598-9596
DOI: https://doi.org/10.19166/jstfast.v10i2.11772
Available online at: https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/11772

3.7. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sistem dirancang berdasarkan proses bisnis, struktur data, dan aturan pemesanan pada satu *plant*, sehingga penerapan pada perusahaan atau plant lain memerlukan penyesuaian, antara lain pada struktur BOM dan kode material, parameter *service level*, *lead time*, dan *pack size*, format MPS, serta format dokumen pemesanan. Kedua, *lead time* diasumsikan konstan 1 hari sehingga variabilitas *lead time* tidak dimodelkan dalam perhitungan *Safety Stock*. Ketiga, validasi matematis dilakukan pada satu material sampel (B303V) dalam tujuh tanggal proyeksi, sehingga membuktikan kebenaran implementasi rumus, tetapi belum mengevaluasi kinerja kebijakan persediaan dalam jangka panjang, seperti tingkat *stockout*, *service level* aktual, dan biaya persediaan. Keempat, jumlah responden SUS terbatas (13 orang) dan tidak merata antarmodul, sehingga hasil per modul belum dapat digeneralisasi. Kelima, studi waktu dilakukan pada satu *plant* dan frekuensi kesalahan input tidak diukur secara kuantitatif. Keenam, sebagai sistem berbasis *file* Microsoft Excel, sistem memiliki keterbatasan dalam akses multi-pengguna secara bersamaan dan skalabilitas data

4. Kesimpulan dan Saran

Sistem otomatisasi *Material Requirement Planning* (MRP) berbasis *Reorder Point* (ROP) dan *Safety Stock* (SS) menggunakan *Macro VBA* pada Microsoft Excel telah berhasil dirancang dan diimplementasikan. Sistem ini mampu mengintegrasikan pencatatan *incoming material*, pengolahan data produksi, hingga menghasilkan *Planned Order Receipt* (POR) sebagai rekomendasi pesanan secara otomatis. Berdasarkan validasi matematis menggunakan sampel material B303V pada tujuh tanggal proyeksi, hasil perhitungan sistem identik dengan perhitungan manual. Selain itu, seluruh 30 skenario pengujian *Black Box* mberstatus *pass*, sementara evaluasi *usability* menghasilkan skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 73,5 (SD = 5,2; CI 95% = 70,3-76,6) yang termasuk kategori "*Good*" dan "*Acceptable*", sehingga sistem dapat diterima oleh pengguna akhir.

Implementasi sistem ini meningkatkan efisiensi operasional secara signifikan. Rata-rata total waktu proses kerja untuk perencanaan material turun dari 28 menit 49 detik menjadi 7 menit 6 detik (efisiensi 75,35%; $p < 0{,}001$). Optimasi tersebut juga menghilangkan proses *double entry* dan penyalinan antar-*file*, sehingga mengurangi sumber potensi *human error*, walaupun frekuensi kesalahan aktual belum diukur.

Secara praktis, kerangka sistem yang dikembangkan, yaitu arsitektur data, logika perhitungan SS, ROP, dan POR, serta struktur modulnya, berpotensi diterapkan pada *plant* atau perusahaan manufaktur lain karena Microsoft Excel dan VBA disesuaikan dengan berbagai parameter operasional tanpa memerlukan infrastruktur server yang kompleks. Kerangka ini terutama relevan bagi perusahaan yang belum memiliki sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) terintegrasi atau yang mengalami kendala fragmentasi data (seperti konflik *item code* antar-*plant).* Namun, karena setiap perusahaan memiliki proses bisnis yang unik, penerapan tersebut memerlukan penyesuaian parameter, struktur data, dan alur kerja. Adapun bagi perusahaan yang telah memiliki ekosistem ERP secara penuh, aplikasi ini tetap dapat difungsikan secara berdampingan sebagai sistem pendukung (*supporting system*) untuk analisis taktis dan monitoring kebutuhan material.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi kinerja kebijakan persediaan yang dihasilkan sistem dalam periode yang lebih panjang, seperti tingkat *stockout*, *service level* aktual, dan biaya persediaan; memodelkan variabilitas *lead time*; memperluas jumlah responden dan cakupan material; serta mengintegrasikan sistem secara langsung dengan *database* atau sistem MRP utama perusahaan.

Daftar Pustaka

[1] D. Nursani and A. Rachman, "Pengantar Manajemen Rantai Pasok," 2021.
[2] D. Dzaky and S. Muhimatul Khoiroh, "Mitigasi Risiko Rantai Pasok pada Pasokan Penggunaan BBM di Depo Lokomotif PT KAI Sidotopo," *Jurnal Surya Teknika*, vol. 11, no. 1, pp. 184–191, Jun. 2024.
[3] M. Ulfah, "Identifikasi dan Pengelolaan Risiko Rantai Pasok Sentra Produksi Kerajinan Gerabah Desa Bumijaya dengan Metode House of Risk," Mar. 2020. https://dx.doi.org/10.36055/jiss.v5i2.7998.
[4] N. L. Rachmawati and M. Lentari, "Penerapan Metode Min-Max untuk Minimasi Stockout dan Overstock Persediaan Bahan Baku," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 8, no. 2, pp. 143–148, Oct. 2022, https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4735.

[5] M. N. Piranti and A. Sofiana, "Kombinasi Penentuan Safety Stock Dan Reorder Point Berdasarkan Analisis ABC sebagai Alat Pengendalian Persediaan Cutting Tools," 2021.
[6] K. Wijana and G. Indra Widi Tamtama, "Penerapan Metode Economic Order Quantity and Reorder Point untuk Manajemen Persediaan Barang," Oct. 2023.
[7] D. Pradila and N. Marikena, "Manajemen Pengendalian Persediaan Stok Bahan Baku Produksi Mesin Boiler Menggunakan Metode ROP (Reorder Point) Pada PT. Super Andalas Steel," *Jurnal Dunia Pendidikan*, vol. 5, pp. 1637–1646, Apr. 2025.
[8] A. Zaini, N. Muhammad Syaifuddin, M. Suriansyah, and A. Puji Widodo, "Saran Implementasi Sistem ERP Berdasarkan Keuntungan dan Tantangan: Literature Review," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 3 Februari, pp. 105–125, Dec. 2023, https://doi.org/10.33050/tmj.v8i3.2176.
[9] F. Anwar, B. Anwar, A. Sirfi Fatoni, and D. Harianto, "Pelatihan Pengoperasian Aplikasi Perencanaan Persediaan Material Berbasis VBA Macro Excel Di PTM-UNM," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 3, pp. 24–30, Oct. 2024.
[10] R. A. Brahmantyo, J. Wibowo, and V. Nurcahyawati, "Manajemen Persediaan Menggunakan Metode Safety Stock dan Reorder Point," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 9, pp. 89–99, Jun. 2023, https://doi.org/10.34128/jsi.v9i1.431.
[11] H. I. Tarunokusumo and I. W. Sukania, "Perhitungan Safety Stock dan Reorder Point Bahan Baku untuk Produksi Roller pada PT. XYZ," *Jurnal International Conference on Mechanical, Industrial and Electrical Engineering (ICMIEE)*, pp. 1–6, 2021.
[12] A. Ferbiyanto, A. Pratama, M. R. Alfianto, and F. Pratama, "Sistem aplikasi pencatatan secara real time dan pencetakan label material masuk berbasis VBA Excel dengan koneksi basis data: Studi kasus PT. Hansung Fiber," JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), vol. 9, no. 1, pp. 874–881, 2025, https://doi.org/10.36040/jati.v9i1.12510.
[13] M. Pribadi, N. K. Putrianto, and P. Purnomo, "Designing a Macro-VBA Excel-based kit list printing application for the supporting department of PT XYZ," Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI), vol. 3, no. 1, pp. 59–66, 2023, https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i1.46.
[14] M. Sidik and H. Rasminto, "Sistem Informasi Manajemen Planing Stok dengan Metode Material Requirement," *JURNAL ILMIAH SAINS TEKNOLOGI DAN INFORMASI*, vol. 1, no. 4, pp. 8–20, Oct. 2023, https://doi.org/10.59024/jiti.v1i4.643.
[15] M. J. Alhabeeb, *Entrepreneurial Finance: Fundamentals of Financial Planning and Management for Small Business*. Wiley, 2014. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?id=6SDiBQAAQBAJ
[16] H. Barreto, "Gateway to Business Analytics with Microsoft Excel ® 2024 CC BY SA," 2024. [Online]. Available: www.depauw.edu/site/learn/econexcel/busanalytics
[17] M. Mintarsih, "Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 33–35, Feb. 2023, https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.727.
[18] M. R. Drew, B. Falcone, and W. L. Baccus, "What does the system usability scale (SUS) measure?: Validation using think aloud verbalization and behavioral metrics," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Springer Verlag, 2018, pp. 356–366. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_25.
[19] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, "Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale," 2009.
[20] J. R. Lewis, "The System Usability Scale: Past, present, and future," International Journal of Human–Computer Interaction, vol. 34, no. 7, pp. 577–590, 2018, https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307.
[21] O. Suria, "A Statistical Analysis of System Usability Scale (SUS) Evaluations in Online Learning Platform," Journal of Information Systems and Informatics, vol. 6, no. 2, pp. 992–1007, 2024, https://doi.org/10.51519/journalisi.v6i2.750.