Rancang Bangun Sistem ERP Berbasis Web: Modul Manufacture Resource Planning (Studi Kasus: Toko Peralatan Fuboru)

1st Zidan Irfan Zaky
Direktorat Kampus Surabaya
Universitas Telkom
Surabaya
zidzaky@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Achmad Muzakki, S.Kom., M.Kom.
Direktorat Kampus Surabaya
Universitas Telkom
Surabaya
achmadmuzakki@telkomuniversity.ac.id

3rd Dahliar Ananda, S.T., M.T.
Direktorat Kampus Surabaya
Universitas Telkom
Surabaya
ananda@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — PT Fuboru Indonesia melalui entitas Toko Peralatan Fuboru saat ini tengah menghadapi kendala operasional yang krusial akibat masih dipertahankannya metode perhitungan kebutuhan material dan struktur Bill of Materials (BOM) secara manual berbasis spreadsheet. Kondisi inefisiensi pencatatan ini memicu tingginya risiko human error dalam kalkulasi stok, ketidaksesuaian kuantitas pengadaan material, ketidakpastian jadwal produksi, hingga bermuara pada fenomena overstock maupun stockout di lantai pabrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem Enterprise Resource Planning (ERP) berbasis web secara custom dengan fokus utama pada Modul Manufacture Resource Planning (MRP) yang terintegrasi penuh dengan fungsi Pengadaan (Procurement). Pengembangan sistem ini dikonstruksi menggunakan metode Research and Development (R&D) yang dipadukan dengan kerangka kerja iteratif Agile Scrum selama empat siklus sprint. Arsitektur sistem dimodelkan secara visual menggunakan Unified Modeling Language (UML) dan dikembangkan di atas framework Laravel (PHP) dengan basis data MySQL. Pengujian kualitas perangkat lunak divalidasi melalui metode Black Box Testing untuk menjamin fungsionalitas algoritma, serta metode System Usability Scale (SUS) dan User Acceptance Test (UAT) untuk mengukur tingkat penerimaan pengguna akhir. Hasil pengujian membuktikan bahwa seluruh 124 skenario fungsional pada Black Box Testing berhasil divalidasi dengan tingkat keberhasilan 100%. Pada tahap evaluasi akhir, pengujian penerimaan pengguna menggunakan metode SUS memperoleh skor akumulatif sebesar 71,75 yang secara absolut masuk ke dalam kategori dapat diterima (Acceptable). Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan komprehensif bahwa aplikasi ERP yang dikembangkan terbukti sangat fungsional, andal, dan layak untuk diimplementasikan guna meningkatkan ketepatan perencanaan, integrasi data manufaktur, serta kemampuan pengambilan keputusan logistik pada lini produksi Toko Peralatan Fuboru.**

Kata kunci— agile scrum, bill of materials, enterprise resource planning, manufacture resource planning, purchase order.

I. PENDAHULUAN

Enterprise Resource Planning (ERP) merupakan sebuah konsep sistem informasi strategis dan terintegrasi yang dirancang secara khusus untuk mengelola, mengotomatisasi, serta menyelaraskan berbagai proses bisnis utama di dalam suatu perusahaan, mulai dari fase pengadaan bahan baku, eksekusi produksi, manajemen inventaris, hingga tahapan distribusi ke tangan konsumen akhir [1], [2]. Keberadaan sistem berskala *enterprise* ini bertujuan secara fundamental untuk memastikan kelancaran aliran data lintas departemen secara *real-time*, meminimalkan redundansi informasi yang saling tumpang tindih, serta memberikan landasan presisi bagi manajemen tingkat atas dalam melakukan pengambilan keputusan berbasis data yang akurat [3]. Pentingnya integrasi pengelolaan sumber daya ini sejalan dengan pandangan akademis dan praktisi industri global yang telah lama mengakui betapa krusialnya manajemen inventaris yang terkalibrasi dengan baik; di satu sisi perusahaan dituntut untuk mampu memangkas biaya operasional dengan menekan penumpukan inventaris, namun di sisi lain rantai produksi dapat seketika terhenti secara fatal dan pelanggan menjadi sangat tidak puas apabila stok barang mengalami kekosongan (*stockout*) [4].

Dalam merespons dinamika persaingan industri manufaktur dan ritel di era digitalisasi saat ini, PT Fuboru Indonesia melalui entitas operasionalnya, Toko Peralatan Fuboru, dituntut untuk segera mengadopsi teknologi informasi mutakhir guna meningkatkan akurasi operasional [5]. Saat ini, sistem pengelolaan logistik dan operasional manufaktur di Toko Peralatan Fuboru masih terbelenggu oleh berbagai tantangan teknis yang sangat signifikan. Permasalahan paling krusial yang terus berulang adalah terjadinya ketidakselarasan aliran informasi antara data pesanan pelanggan (*Sales Order*) dengan data pengadaan material di gudang [6]. Pada kondisi aktual, setiap kali pesanan masuk, staf bagian gudang diwajibkan untuk menghitung kebutuhan material mentah secara manual dengan berpatokan pada dokumen resep atau *Bill of Materials* (BOM) yang hanya dicatat menggunakan *spreadsheet*. Proses kalkulasi konvensional ini sangat rentan memicu ketidaktepatan spesifikasi maupun kesalahan penentuan kuantitas, yang berimbas langsung pada kekeliruan penerbitan dokumen Purchase Order (PO) kepada pihak supplier [7]. Kesalahan fatal ini menciptakan dua kutub kerugian yang saling bertolak belakang: pembelian material berlebih (*overstock*) yang menggerus arus kas dan memakan

ruang gudang, atau justru kekurangan material yang berujung pada penundaan jadwal produksi secara keseluruhan.

Meskipun saat ini telah beredar berbagai solusi perangkat lunak ERP komersial *open-source* berskala raksasa di pasaran seperti Odoo maupun Compiere, implementasi sistem-sistem tersebut pada ekosistem operasional skala menengah ke bawah seringkali menemui hambatan teknis yang amat curam [8]. Sistem ERP komersial tersebut kerap dinilai terlampau kompleks (*overkill*), memerlukan biaya lisensi hosting yang mahal, struktur manajemen biaya *user* yang kaku, serta menuntut adaptasi paksa dari proses bisnis perusahaan agar sesuai dengan alur sistem bawaan. Menghadapi keterbatasan tersebut, solusi paling rasional dan tepat guna adalah merancang serta membangun sebuah sistem ERP berbasis web secara custom (disesuaikan) yang menitikberatkan fokus fungsionalitasnya secara eksklusif pada Modul *Manufacture Resource Planning* (MRP) terintegrasi. Ruang lingkup arsitektur fungsional ini dibatasi pada lima pilar manufaktur utama, meliputi: (1) *Production Planning*; (2) *Bill of Materials*; (3) *Master of Scheduling*; (4) *Production Process*; dan (5) *Dashboard Manufacture*, yang seluruhnya dibingkai dalam perlindungan keamanan *Role-Based Access Control* (RBAC) agar integritas data keuangan dan logistik tidak dapat dimanipulasi oleh pihak staf yang tidak berwenang [9]. Melalui digitalisasi kalkulasi kebutuhan material ini, Fuboru diharapkan mampu mengeliminasi pemborosan biaya, mensinkronkan perencanaan pabrik dengan realitas ketersediaan stok, serta mentransformasi alur operasional manualnya menjadi ekosistem digital yang lincah dan berdaya saing tinggi [10].

II. KAJIAN TEORI

Rangkaian kajian literatur ini menyediakan landasan ilmiah dan kerangka konseptual yang kokoh terkait arsitektur perangkat lunak.

A. *Material Requirements Planning (MRP) dan Bill of Materials (BOM)*

Material Requirements Planning (MRP) didefinisikan secara komprehensif sebagai metode komputasi logis dan sistematis yang diaplikasikan di dalam manajemen produksi untuk menghitung secara presisi jenis bahan mentah apa saja yang dibutuhkan, berapa besaran kuantitas absolutnya, serta kapan garis waktu (timeline) bahan tersebut harus dieksekusi pemesanannya agar produksi tidak terhambat. Algoritma MRP secara spesifik bekerja menganalisis pola permintaan yang bergantung pada produk lain (*dependent demand*), di mana keberhasilan kalkulasinya berpusat pada tiga komponen input utama: *Master Production Schedule* (MPS) sebagai jadwal induk, *Bill of Materials* (BOM) sebagai struktur hierarkis resep produk, dan *Inventory Record* sebagai acuan ketersediaan stok fisik. Di dalam ekosistem sistem ERP yang dikembangkan ini, logika MRP difungsikan sebagai algoritma inti (*core engine*) untuk mengeksekusi tahapan *Netting* atau perhitungan kebutuhan bersih material. Apabila kalkulasi *netting* MRP mendeteksi adanya status kekurangan (*shortage*), sistem secara otonom akan mengonversi data defisit tersebut menjadi rekomendasi draf *Purchase Order* (PO) yang langsung terintegrasi dengan modul *Procurement*, guna mengeliminasi total ketergantungan pada hitungan tebakan staf.

Keberhasilan algoritma MRP tersebut bertumpu secara mutlak pada tingkat akurasi arsitektur data *Bill of Materials* (BOM). BOM merupakan dokumen basis data terstruktur yang mendefinisikan secara rinci seluruh bahan mentah (*raw material*), komponen, hingga sub-rakitan yang dibutuhkan untuk meracik satu unit produk jadi (*finished good*). Kesalahan sekecil apa pun di dalam penetapan rasio BOM akan teramplifikasi secara eksponensial di dalam mesin kalkulasi MRP, yang dapat memicu ledakan kesalahan *volume* pengadaan barang. Secara teknis relasional, manajemen BOM di dalam arsitektur basis data ERP ini diimplementasikan menggunakan struktur *One-to-Many* tingkat lanjut yang memisahkan entitas ke dalam tabel *bom_headers* dan *bom_details*, serta diproteksi secara ketat menggunakan fungsi pencegahan referensi melingkar (*checkCircularDependency*) untuk memblokir anomali logika di mana sebuah produk ditetapkan membutuhkan dirinya sendiri sebagai bahan baku penyusunnya [1].

B. *Arsitektur Perangkat Lunak dan Role-Based Access Control (RBAC)*

Dalam rangka menjamin agar sistem ERP custom ini dapat beroperasi dengan tingkat fleksibilitas, keamanan, dan keandalan yang optimal, infrastruktur aplikasi dibangun di atas framework Laravel berbasis bahasa pemrograman PHP. Laravel dipilih karena mengadopsi pola arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) yang secara elegan memisahkan lapisan logika akses basis data (*Model*), lapisan presentasi antarmuka HTML/CSS (*View*), dan lapisan pengendali sirkulasi instruksi pengguna (*Controller*). Kapabilitas fitur *Eloquent Object Relational Mapping* (ORM) pada Laravel terbukti sangat mempermudah proses pengelolaan kueri agregasi yang rumit di dalam *Relational Database Management System* (RDBMS) MySQL, terutama saat sistem dituntut untuk mengeksekusi manipulasi data transaksi inventaris yang mematuhi standar konsistensi ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation, Durability*) secara ketat.

Lebih jauh, untuk menggaransi tingkat privasi dan integritas data operasional antar departemen, aplikasi ERP ini dipersenjatai dengan mekanisme keamanan *Role-Based Access Control* (RBAC). Prinsip RBAC membatasi otorisasi navigasi pengguna bukan berdasarkan identitas individu semata, melainkan diatur secara terpusat berdasarkan penugasan hierarki perannya (role) di dalam organisasi [9]. Melalui penerapan fungsi *Middleware* pada Laravel, aktor staf gudang secara otomatis akan diblokir kemampuannya untuk menyetujui anggaran dokumen *Purchase Order* atau menghapus struktur data master, sehingga konsep *Least Privilege* dapat ditegakkan dengan sempurna dan data finansial perusahaan terbebas dari ancaman malpraktik wewenang.

C. *Kerangka Kerja Agile Scrum dan Pengujian Kualitas Sistem*

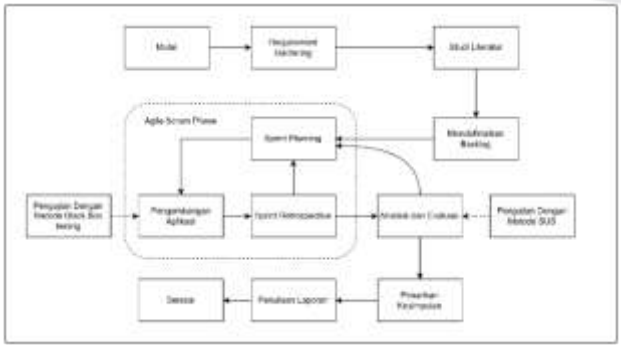
Guna mengakomodasi tingkat kerumitan dan sifat dinamika perubahan kebutuhan operasional di Toko Peralatan Fuboru yang kerap terjadi di tengah jalan, metodologi pengembangan perangkat lunak tradisional yang kaku ditinggalkan, dan digantikan sepenuhnya oleh kerangka kerja *Agile Scrum* [3]. Filosofi Scrum memecah durasi pengerjaan proyek ke dalam beberapa siklus iterasi berjangka

waktu pendek yang disebut *Sprint*. Setiap satu siklus *sprint* senantiasa memuat fase perencanaan (*Sprint Planning*), pengerjaan baris kode (*Development*), sinkronisasi harian (*Daily Scrum*), penyajian hasil *prototipe* fitur (*Sprint Review*), serta evaluasi kinerja tim (*Sprint Retrospective*). Pola inkremental ini memungkinkan *Product Owner* (manajemen Fuboru) untuk langsung melihat, menguji, dan memberikan umpan balik perbaikan pada fitur-fitur krusial (seperti BOM dan Kalkulator MRP) tanpa harus menunggu seluruh program sistem ERP selesai dibangun.

Untuk mengesahkan stabilitas kualitas fitur di setiap penghujung sprint, metode *Black Box Testing* diberlakukan secara masif. Pengujian kotak hitam ini berfokus buta pada pengamatan respons output perangkat lunak terhadap berbagai skenario suntikan input fungsional, tanpa harus membedah struktur internal kode pemrograman. Teknik pengujian ini diperkuat oleh tiga metode analisis utama: *Equivalence Partitioning* untuk memvalidasi kelayakan rentang data kategori, *Boundary Value Analysis* untuk mendeteksi kerentanan batas bawah (stok 0) maupun batas atas (stok 9999), serta *Decision Table* untuk merunut matriks kombinasi percabangan logika ganda saat sistem harus memutuskan apakah material cukup atau statusnya harus memicu *generate* dokumen PO baru. Di penghujung siklus pengembangan keseluruhan, perangkat lunak kemudian akan menjalani uji kepatuhan subjektif di mata penggunanya melalui instrumen evaluasi kuesioner *System Usability Scale* (SUS) guna mendapatkan skor kuantitatif tingkat kenyamanan dan *usability* antarmuka program [5].

III. METODE

Konstruksi pengembangan arsitektur sistem ERP manufaktur ini berpijak pada landasan metode *Research and Development* (R&D) yang telah dimodifikasi secara terstruktur untuk menjamin bahwa aplikasi *software* yang diproduksi murni berangkat dari penyelesaian masalah faktual di lapangan (*problem-oriented*), dan disahkan operasionalitasnya melalui uji validasi kelayakan yang terukur dengan ketat. Diagram alur sistematika penyelesaian masalah dalam penelitian ini terdiri atas serangkaian fase berurutan yang saling berkelindan, dimulai dari tahapan inisiasi *Requirement Gathering* berupa observasi dan wawancara di gudang Fuboru, studi literatur akademik, perumusan Product Backlog, eksekusi siklus *Agile Scrum Phase*, pelaksanaan *Black Box Testing*, pengukuran *System Usability Scale* (SUS), analisis sintesis data, hingga penarikan konklusi final.



GAMBAR 1
(DIAGRAM ALUR SISTEMATIKA PENYELESAIAN MASALAH)

Tahapan pendefinisian logika perangkat lunak diterjemahkan dan dipetakan secara visual menggunakan standarisasi perancangan *Unified Modeling Language* (UML). Di tingkat makro komprehensif, aliran kolaborasi proses bisnis (*Business Process*) yang melibatkan divisi produksi, staf logistik gudang, dan otorisasi manajer dimodelkan menggunakan notasi *Business Process Model and Notation* (BPMN). Di tingkat spesifikasi sistem mikro, rincian hak fungsional aktor dideskripsikan melalui *Use Case Diagram*, urutan tata laksana prosedural fitur digambarkan menggunakan instrumen *Activity Diagram*, tata letak antarmuka pengguna disketsa menggunakan desain *Wireframe*, dan arsitektur persisten hubungan basis data (database relations) didesain menggunakan skema *Entity Relationship Diagram* (ERD). Pemodelan berlapis ini bertugas sebagai cetak biru (blueprint) definitif yang mencegah terjadinya ambiguitas logika saat tim pengembang melakukan tahap coding menggunakan framework Laravel.

Jantung pergerakan siklus operasional penelitian ini dijalankan melalui kerangka kerja *Agile Scrum* yang dialokasikan secara presisi ke dalam empat iterasi Sprint, dengan masing-masing sprint berdurasi ketat selama tiga minggu. Pada pelaksanaan *Sprint Planning*, daftar urutan 60 prioritas *Functional Requirements* (FR) yang terdapat di dalam Product Backlog ditarik dan didistribusikan.

a. **Sprint 1:** Difokuskan penuh pada pembangunan fondasi infrastruktur *environment*, migrasi *Database* MySQL, serta stabilisasi fitur autentikasi RBAC dan *Master Data* (Katalog Material, *Unit of Measure*, Profil Lokasi Rak).
b. **Sprint 2:** Menitikberatkan pengerjaan pada algoritma pemodelan relasional komposisi struktur *Bill of Materials* (BOM) beserta logika inspeksi pemisahan barang lolos dan cacat pada fitur *Quality Control* (QC).
c. **Sprint 3:** Merupakan pembangunan otak sistem, yang melibatkan injeksi *engine* kalkulasi komputasi *Material Requirements Planning* (MRP) berbasis persediaan stok, otomatisasi sinkronisasi jadwal *Master Production Schedule* (MPS), perumusan kode dokumen *Work Order* (SPK), dan mekanisme eksekusi perintah potong stok instan (*backflushing*).
d. **Sprint 4:** Dikhususkan untuk menyempurnakan sirkulasi rantai pasok eksternal, meliputi pengelolaan rekam jejak *Supplier*, otorisasi otomatisasi pembuatan draf *Purchase Order* (PO), interaksi persetujuan digital, penerimaan *Surat Jalan* logistik, pencatatan *Stock Opname*, serta render visualisasi agregat di halaman *Dashboard Manufacture*.

Kalkulasi perhitungan kelayakan desain antarmuka dan interaksi (*usability*) dilaksanakan pada fase evaluasi pasca-implementasi menggunakan instrumen perhitungan skor *System Usability Scale* (SUS).

$$\text{Skor Akhir SUS} = \left(\sum_{i=1}^{10} \text{Skor}_i\right) \times 2{,}5 \qquad (1)$$

Evaluasi kuantitatif ini diukur melalui penyebaran kuesioner digital 10 butir pertanyaan berskala Likert (1 hingga 5) tanpa pendampingan (*unmoderated testing*) kepada staf dan manajer Fuboru. Rumusan matematis konversi kontribusi nilai per responden untuk pernyataan ganjil positif ditetapkan sebesar (Skor - 1), dan untuk pernyataan genap negatif ditetapkan sebesar (5 – Skor). Total akumulasi penjumlahan kesepuluh parameter kontribusi tersebut kemudian dikalikan dengan faktor pengali konstanta 2,5 guna menghasilkan rentang skor normalisasi final dari angka 0 hingga batas maksimum absolut 100.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase pembedahan hasil dan pembahasan ini menyuguhkan rekam jejak realisasi implementasi dari seluruh perancangan backlog sistem yang dikerjakan secara berkelanjutan selama empat rentetan siklus *Agile Scrum*, yang disusul oleh penjabaran pembuktian validitas performa dari perangkat lunak yang bersangkutan.

A. Hasil Implementasi Sprint 1 dan 2 (Fondasi Sistem, Master Data, & Bill of Materials)

Pada siklus Sprint 1, pengembangan difokuskan secara eksklusif untuk mendirikan *fondasi* arsitektur keamanan dan entitas referensi data pusat yang diwajibkan. Implementasi fitur *Role-Based Access Control* (RBAC) pada kerangka kerja Laravel (*Middleware*) telah sukses beroperasi secara total, di mana sistem mampu mencegah dan memblokir secara otomatis seluruh aktivitas intrusi *url bypassing* yang tidak diotorisasi. Antarmuka *Dashboard Manufacture* dirancang secara reaktif untuk hanya menampilkan widget statistik (seperti stok kritis maupun PO tertunda) yang spesifik relevan dengan wewenang role akun yang tengah berstatus login. Manajemen Master Data mencatatkan keberhasilan implementasi fitur registrasi identitas komponen katalog material (*Raw Material* dan *Finished Goods*), penentuan batas *safety stock*, penyusunan standar *Unit of Measurement* (UoM), serta pengelolaan profil kapasitas volume rak penyimpanan gudang.

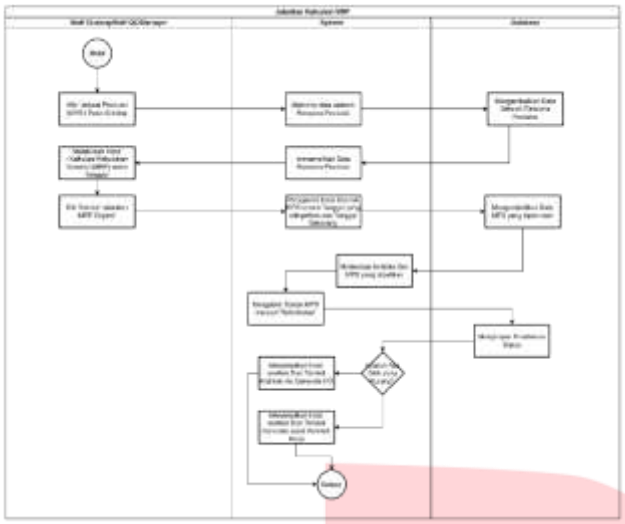
Memasuki siklus eksekusi Sprint 2, tingkat kompleksitas komputasi mulai ditingkatkan guna merangkai kerangka struktur produksi. Fitur krusial *Bill of Materials* (BOM) direalisasikan melalui pembangunan antarmuka hierarkis yang memungkinkan pengguna untuk merajut dan meracik daftar komponen bahan baku penyusun ke dalam sebuah produk jadi. Logika *business logic controller* pada fitur ini berhasil ditanamkan fungsi perlindungan integritas yang mampu mendeteksi serta menolak pendaftaran komposisi resep yang memiliki unsur referensi melingkar (*Circular Dependency*), serta menggagalkan penyisipan input kuantitas takaran yang bernilai ekstrem nol maupun desimal negatif. Bersamaan dengan itu, implementasi fitur *Quality Control* (QC) *Inbound* selesai diselaraskan untuk mengamankan proses penyortiran komoditas fisik yang baru tiba, di mana sistem secara otonom memecah dan mengalokasikan entitas barang yang berstatus "Lolos Uji" (*Pass*) langsung ke tabel persediaan rak gudang, sedangkan barang "Cacat" (*Reject*) dikurung secara digital ke dalam tabel inventaris karantina untuk diinvestigasi.

B. Hasil Implementasi Sprint 3 dan 4 (Kalkulasi MRP, SPK, Procurement, & Pelaporan)

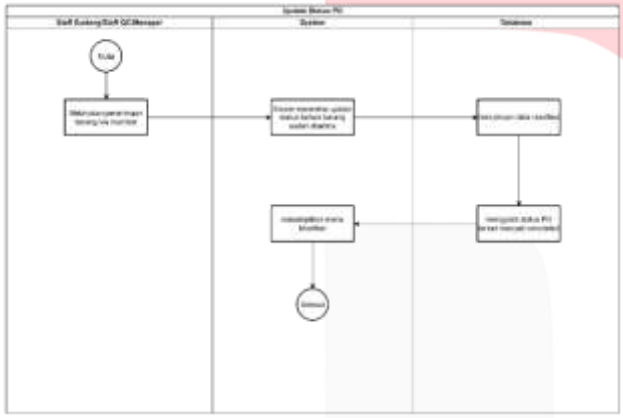
Realisasi siklus *Sprint* 3 melahirkan modul mesin komputasi paling fundamental dalam sistem ERP ini. Implementasi algoritma *Material Requirements Planning* (MRP) berhasil dituntaskan. Saat pengguna menginisiasi pembuatan target kuantitas pada *Master Production Schedule* (MPS), sistem secara presisi mengeksekusi tahapan BOM *Explosion* dan *Netting*. Komputer akan melakukan kueri pembongkaran hierarki resep material, mengalikannya dengan rasio target produksi, lalu membandingkannya langsung dengan sisa ketersediaan stok fisik riil di gudang secara asinkron. Apabila deteksi kueri menemukan status tercukupi, perangkat lunak secara seamless akan mengarahkan alur persetujuan untuk melahirkan pencetakan dokumen Surat Perintah Kerja (SPK). Fitur SPK ini kemudian terhubung langsung dengan algoritma pendataan *Production Process* yang dieksekusi oleh staf pabrik, di mana saat transisi status diubah dari *Scheduled* menjadi *In Progress*, sistem memicu fungsi instruksi potong otomatis (*Backflushing*) guna merevisi tabel pengurangan stok bahan mentah gudang secara *real-time*.

Pada penghujung pengembangan di Sprint 4, aliran penyelesaian transaksi pengadaan (*Procurement*) dirampungkan guna menjembatani deteksi kekurangan bahan (*shortage*) dari algoritma MRP di fase sebelumnya. Kekurangan persediaan tersebut secara otomatis dikonversi oleh sistem untuk melakukan pemicuan (*generate*) dokumen rancangan draf *Purchase Order* (PO) yang memuat rincian relasi identitas pemasok (Supplier) serta rincian kalkulasi estimasi kebutuhan harga beli. Fitur *Approval* berjenjang diimplementasikan agar dokumen *Draft PO* tersebut terhenti sementara (di-kunci) sebelum disahkan (di-*Approve*) maupun ditolak (*Reject*) oleh entitas peran Manager. Rantai pasokan dokumen digital ini diakhiri oleh modul *Inbound* Logistik melalui fitur pencatatan Surat Jalan ekspedisi pengiriman; di mana transisi pengeklikan tombol final "Selesaikan Surat Jalan" pada antarmuka staf akan menciptakan efek berantai (*cascading effect*) yang serta-merta memperbarui status dokumen PO menjadi *Completed* dan di saat yang sama mengunggah penambahan stok fisik logistik baru ke dalam database inventaris MySQL. Siklus penyajian data Fuboru ditutup secara manis melalui implementasi modul kompilasi *Reporting* dan dasbor *Stock Opname* untuk kebutuhan penyesuaian perhitungan audit fisik.

Untuk mempermudah pemahaman aliran proses fungsional yang telah sukses terimplementasi pada mesin perangkat lunak MRP dan *Procurement* tersebut, *Activity Diagram* yang memvisualisasikan bagaimana sistem mengeksekusi kueri agregasi perhitungan kekurangan material di belakang layar dapat dicermati polanya pada Gambar 2 berikut.



GAMBAR 2
(ACTIVITY DIAGRAM JALANKAN KALKULASI MRP)

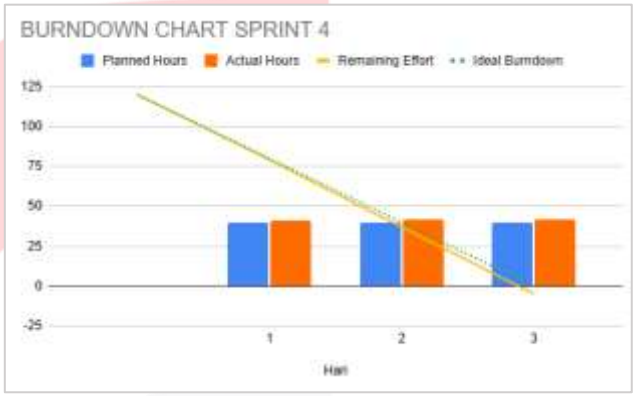


GAMBAR 3
(ACTIVITY DIAGRAM JALANKAN KALKULASI MRP)

C. Hasil Pengujian Fungsionalitas Black Box Testing

Kestabilan dan keandalan rekayasa dari puluhan komponen fungsional perangkat lunak ERP Fuboru yang telah selesai dirakit tersebut dibuktikan validitasnya secara ketat menggunakan prosedur evaluasi fungsional *Black Box Testing*. Melalui penerapan kombinasi racikan metode *Equivalence Partitioning*, *Boundary Value Analysis* (BVA), serta penyusunan matriks kondisi pada Decision Table, tim penguji berhasil menghimpun dan mengeksekusi total 124 dokumen skenario uji coba (Test Cases) dari serangkaian fitur frontend maupun proses asinkron backend. Puncak dari rangkaian pengujian regresi repetitif menunjukkan hasil yang sangat memuaskan, di mana rasio tingkat keberhasilan validasi seluruh fungsi bisnis di aplikasi telah tuntas mencapai angka kesempurnaan *Completion Rate* sebesar 100% (*Passed*) setelah seluruh perbaikan akhir.

Sepanjang sirkulasi tahapan pengujian di dalam empat jeda siklus iterasi sprint tersebut, tim *quality assurance* memang mendapati adanya kemunculan akumulasi 33 kecacatan logika (*bug atau defect*) internal. Beberapa galat krusial yang sempat teridentifikasi di antaranya mencakup kebocoran penerimaan input batas nilai harga negatif, kegagalan perlindungan integritas tabel berelasi yang memicu layar System Failure (*Layar Error Laravel*) saat material di resep BOM terhapus, hingga terjadinya status *freeze* komputasi panjang manakala mesin MRP dipaksa mengalkulasi besaran matriks kuantitas yang masif. Namun demikian, seluruh 33 titik kelumpuhan bug tersebut telah berhasil dikonfirmasi terisolasi, diinvestigasi *root cause*-nya, dan ditumpas habis dengan perbaikan baris kode (*bug fixing*) yang dieksekusi secara instan sesaat sebelum peluncuran resmi aplikasi *deployment* tahap final. Fakta ini tidak hanya memvalidasi kesempurnaan performa ERP secara teknis, tetapi sekaligus membuktikan betapa dinamis dan responsifnya kapabilitas manajemen proyek kerangka kerja *Agile Scrum* dalam meredam masalah sedini mungkin dengan bantuan pelacakan target melalui kurva presisi *Burndown Chart*.



GAMBAR 4
(BURNDOWN CHART SPRINT 4)

D. Hasil Evaluasi System Usability Scale (SUS) dan User Acceptance Test (UAT)

Usai struktur komputasi dipastikan bersih dari galat melalui *Black Box*, kelayakan perangkat lunak ditimbang menggunakan tolok ukur instrumen penerimaan pengalaman pengguna akhir. Evaluasi kuantitatif kenyamanan antarmuka diselenggarakan menggunakan metode kuesioner *System Usability Scale* (SUS) dengan memfasilitasi 10 orang partisipan yang dikonfigurasi sebagai representasi *end-user* manajerial dan *floor staff* Toko Peralatan Fuboru. Perekaman jawaban kuantitatif yang dikoleksi dan direkam jejaknya menggunakan alat bantu digital secara unmoderated tersebut kemudian dikenai perlakuan kalkulasi formula Brooke.

Hasil pemrosesan kalkulasi agregat matematika membuktikan bahwa produk sistem ERP Fuboru sukses mengantongi perolehan nilai rerata skor akhir SUS bertengger di angka 71,75. Prestasi komputasi numerik ini dikonfirmasi telah berada jauh melampaui standar batas ambang minimal global industri di angka 68, sehingga peranti lunak tersebut berhak mengklasifikasikan dirinya ke dalam zona kelayakan tingkat *Acceptable* (Dapat Diterima), menyandang predikat huruf kelas mutu Grade C+, serta dianugerahi skala pelabelan adjektif penilai berkategori Baik (Good).

Di dimensi lain, untuk menjustifikasi tingkat kecocokan kapabilitas bisnis fungsional (*business fit acceptance*), diselenggarakan simulasi praktik operasional alur *end-to-end* melalui sidang *User Acceptance Test* (UAT). Seluruh entitas

pihak partisipan representatif dengan tegas sepakat membubuhkan status ratifikasi "Diterima" (*Accepted*) bagi peresmian keseluruhan hierarki fitur yang disediakan. Validasi empiris dan penerimaan mutlak dari rentetan uji SUS dan UAT ini secara absolut mensahkan argumen bahwa integrasi antarmuka ERP dan algoritma MRP yang dikembangkan terbukti sangat fungsional, teramat *user-friendly*, logis, dan 100% layak diadopsi untuk diimplementasikan ke dalam siklus keseharian Fuboru guna meruntuhkan era inefisiensi dokumentasi *spreadsheet* konvensional.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan tahapan pengumpulan data, perancangan arsitektur algoritma logis, eksekusi kode framework Laravel, hingga validasi pengujian ekstrem pada modul *Manufacture Resource Planning* (MRP) dan modul Pengadaan untuk infrastruktur Toko Peralatan Fuboru ini, dapat diformulasikan kesimpulan penutup yang sangat substansial. Rancangan sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) berbasis web secara custom telah berhasil dibangun, diselesaikan secara sempurna, dan sukses mengurai inefisiensi benang kusut ketergantungan pencatatan produksi manual *spreadsheet* melalui adopsi implementasi algoritma hitung material BOM *Explosion* dan integrasi sistem pemotongan stok logistik secara otomatis (*Backflushing*). Penerapan metodologi *Research and Development* (R&D) yang dikombinasikan dengan kerangka kerja inkremental *Agile Scrum* dalam empat rentetan fase *sprint* iteratif ini terbukti menghadirkan proses pengembangan perangkat lunak yang sangat agile, presisi, mudah diawasi melalui matriks *Burndown Chart*, dan adaptif dalam memberantas temuan 33 kemunculan galat (bug) pada sirkulasi tahapan eksekusinya.

Puncak dari kegemilangan penelitian arsitektur informatika ini dibuktikan secara akademis dan teknis dari hasil pengujian kualitas mutlak sistem, di mana skenario komprehensif *Black Box Testing* berhasil divalidasi dan dikonfirmasi lulus dengan rasio margin persentase kesuksesan 100% dari total pengerjaan eksekusi 124 *Test Cases*. Parameter pencapaian kelulusan ini lantas dikukuhkan kembali oleh validasi kenyamanan antarmuka pengguna manusia dalam pengujian kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang mampu mengunci perolehan angka skor akumulatif 71,75, memastikan bahwa sistem secara sah memenuhi standarisasi kualifikasi mutu desain *Acceptable* (Dapat Diterima) pada rentang klasifikasi Grade C+. Rangkaian pencapaian ini dijamin 100% oleh restu dari pengujian *User Acceptance Test* (UAT) manajerial. Secara keseluruhan, sistem yang telah diaktualisasikan ini terbukti sangat kompeten, fungsional, dan sepenuhnya direkomendasikan untuk segera diadopsi dalam menjamin sinkronisasi kepastian ketersediaan data, kecepatan pelacakan *Purchase Order*, hingga kelancaran pembuatan jadwal produksi perusahaan otomotif Fuboru di masa depan.

REFERENSI

[1] M. A. Kamal, F. D. Effendi, M. R. Utomo, S. Sucipto, I. Santoso, and U. Effendi, “Bill of material analysis framework of food menu to increase raw material inventory efficiency and halal food inspection of culinary business,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 733, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/733/1/012043.

[2] A. S. Fitri *et al.*, “ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI UNTUK MENDATA PERSEDIAAN BARANG MENGGUNAKAN METODE ICONIX PROCESS,” *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 11, no. 2, pp. 166–175, 2023, doi: http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v11i2.2892.

[3] L. F. M. Rizky Hanifudin, Putri Rokhmayati, Muhammad Fadhly Noor Rizqi, “Rancang Bangun Sistem Enterprise Resource Planning (ERP) Berbasis Web pada Pt Sainsgo Karya Indonesia Menggunakan Metode Scrum,” *SYNTAX IDEA*, vol. 6, no. 06, pp. 167–186, 2024, [Online]. Available: https://jurnal.syntax-idea.co.id/index.php/syntax-idea/article/view/3889/2194

[4] D. Trisanto, N. S. Husna, N. Rismawati, and M. F. Mulya, “Sistem Informasi Permintaan Pembelian Bahan Baku Dan Atk Pada Pt Mada Wikri Tunggal Menggunakan Laravel 9,” *Journal of Information System, Informatics and Computing*, vol. 8, no. 1, p. 37, 2024, doi: 10.52362/jisicom.v8i1.1503.

[5] R. M. Sugengriadi[1], R. J. Pramudita[2], and M. Z. Abdillah[3], “Perencanaan Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Material Requirement Planning (MRP) pada UMKM ‘Grafi Donat,’” *Jurnal Infotex*, vol. 4, no. 1, pp. 2964–5352, 2025, [Online]. Available: https://ojs.stttexmaco.ac.id/index.php/infotex/article/view/188/147

[6] Fery Prasetyanto, Aprianti Putri Sujana, and Muhammad Aziz, “Penerapan Sistem Enterprise Resource Planning (ERP) Berbasis Web untuk Umkm Sektor Produksi Baju di CV. Million Bandung,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, vol. 4, no. 1, pp. 1482–1485, 2025, doi: 10.31004/jerkin.v4i1.1772.

[7] J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations management Operations management*, 12th ed., no. May. Boston: Pearson Education, Inc., 2020.

[8] Kobryn Cris, Booch Grady, Jacobson Ivar, and Rumbaugh Jim, *UML Distilled*. 2003.

[9] EDI SUSILO, “Cara Menggunakan System Usability Scale (SUS) Pada Evaluasi Usability.” Accessed: May 28, 2026. [Online]. Available:

https://www.edisusilo.com/cara-menggunakan-system-usability-scale/

[10] Vincent N., “Test Case Design Techniques: How to Choose the Right Approach,” Katalon.