

Pengembangan Sistem Manajemen Gudang dengan Integrasi QR Code Real-time berbasis *Full-stack Javascript*

Rahman Taufik¹, Rifqi Febrianto^{2*}, Igit Sabda Ilman³, Muhaqiqin⁴, Ridho Sholehurrohman⁵

Program Studi Ilmu Komputer

Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung,
Lampung, Indonesia

rahman.taufik@fmipa.unila.ac.id, rifqifebrianto746@gmail.com*, igit.sabda@fmipa.unila.ac.id,
muhaqiqin@fmipa.unila.ac.id, ridho.sholehurrohman@fmipa.unila.ac.id

Abstrak. Perusahaan sering menghadapi tantangan dalam pengelolaan stok dan ketersediaan barang akibat pencatatan yang tidak terorganisir. Untuk mengatasi masalah belum adanya pendekatan sistem manajemen gudang yang adaptif dan *real-time* berbasis *framework*, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem manajemen gudang terintegrasi dengan QR Code real-time. Pada studi ini, sistem dibangun menggunakan *JavaScript framework* (ReactJS, NodeJS, ExpressJS) dan dikembangkan menggunakan metodologi Scrum. Hasil evaluasi menunjukkan kinerja sistem yang baik dalam pengelolaan data, akurasi laporan, dan kemudahan transaksi. Meskipun fitur QR Code memerlukan optimasi lebih lanjut pada aspek aksesibilitas dan penggunaan real-time, sistem ini mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi pengelolaan gudang, serta mempermudah pelacakan barang. Pengembangan selanjutnya dapat berfokus pada penyempurnaan fitur QR Code dan eksplorasi integrasi yang lebih luas.

Kata Kunci: *Full-stack*, *Javascript*, *Sistem_Manajemen_Gudang*, *QR_Code*, *Real-time*.

1 Pendahuluan

Perusahaan sering kali mengalami kesulitan dalam memeriksa ketersediaan barang karena pencatatan stok yang tidak terorganisir. Persediaan barang di gudang menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi kinerja operasional perusahaan. Sistem manajemen pergudangan berperan penting dalam membantu perusahaan mengelola data pemesanan secara efektif [1]. Namun, masih banyak perusahaan yang mengelola barang secara manual. Pengelolaan manual sering kali mengakibatkan keterlambatan pengiriman, tingkat kesalahan, serta kesulitan dalam proses pengembalian barang [2]. Oleh karena itu, sistem manajemen gudang yang terintegrasi dengan teknologi modern diperlukan untuk menjaga kelancaran pengelolaan barang.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi dengan teknologi modern dapat memastikan pengelolaan barang berjalan efisien. Selain itu, pemilihan framework berperan penting dalam meningkatkan skalabilitas, adaptivitas, serta interaktivitas pada sistem informasi yang dikembangkan [3][4]. Studi oleh Winata dkk. [5], menyatakan bahwa pengembangan sistem persediaan barang berbasis web dapat meningkatkan efisiensi operasional. Setyadi dan Nurajijah [6] menunjukkan hal yang sejalan, yaitu optimalisasi pengelolaan stok barang pada sistem yang diusulkannya. Lebih lanjut, Ramaa *et al.* [7] menunjukkan bahwa sistem manajemen gudang yang efisien berperan vital dalam rantai pasok karena memengaruhi layanan pelanggan, waktu tunggu, dan biaya, sehingga meningkatkan kinerja rantai pasok secara keseluruhan. Sementara itu, studi [8] dan [9] membuktikan bahwa pengembangan sistem manajemen gudang dengan penerapan barcode ataupun QR Code dapat meningkatkan akurasi pencatatan data, mengurangi kesalahan manusia, serta mempercepat proses pencatatan dan pelacakan barang.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut sukses menunjukkan keberhasilannya dalam penerapan sistem manajemen gudang. Namun, belum adanya pendekatan sistem pengelolaan manajemen gudang yang adaptif dan *real-time* berbasis *framework*. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengembangkan sistem manajemen gudang yang diintegrasikan dengan teknologi QR Code secara *real-time* menggunakan *JavaScript framework*. Penelitian ini

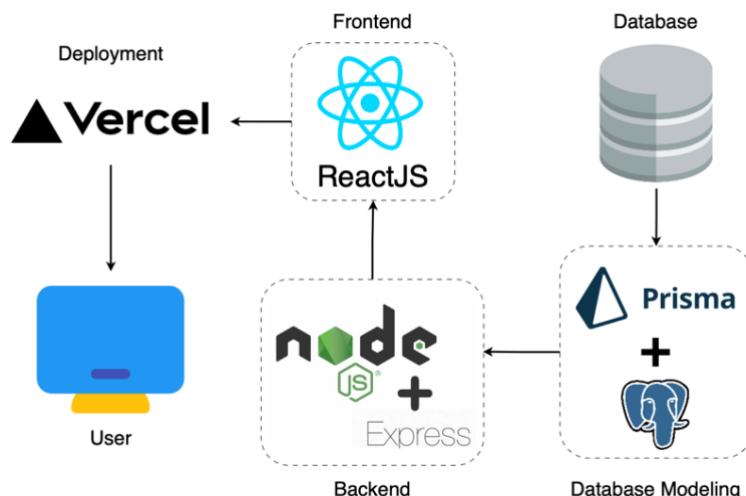
berguna untuk penyediaan informasi stok barang secara detail, termasuk deskripsi produk, jumlah stok, dan status barang di setiap tahap rantai pasok. Pengembangan sistem yang diusulkan dapat mendukung proses pencatatan barang masuk dan keluar gudang melalui teknologi *QR Code* secara *real-time*. Maka dari itu, sistem ini diharapkan dapat memastikan akurasi dan efisiensi dalam pengelolaan stok, serta mempermudah pelacakan pergerakan barang, mulai dari pemasok hingga distribusi ke outlet atau pelanggan.

2 Metode Penelitian

Metodologi pada studi ini meliputi metode pengumpulan data, teknologi *stack* yang diusulkan, serta tahapan pengembangan sistem.

2.1 Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data dalam studi ini dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama adalah pengumpulan data terkait analisis kebutuhan, dimana fitur sistem diidentifikasi berdasarkan hasil studi sebelumnya. Tahap kedua, data diperoleh dengan melakukan studi literatur mencakup jurnal, artikel, buku, serta laporan penelitian terkait pengembangan sistem manajemen gudang berbasis web.



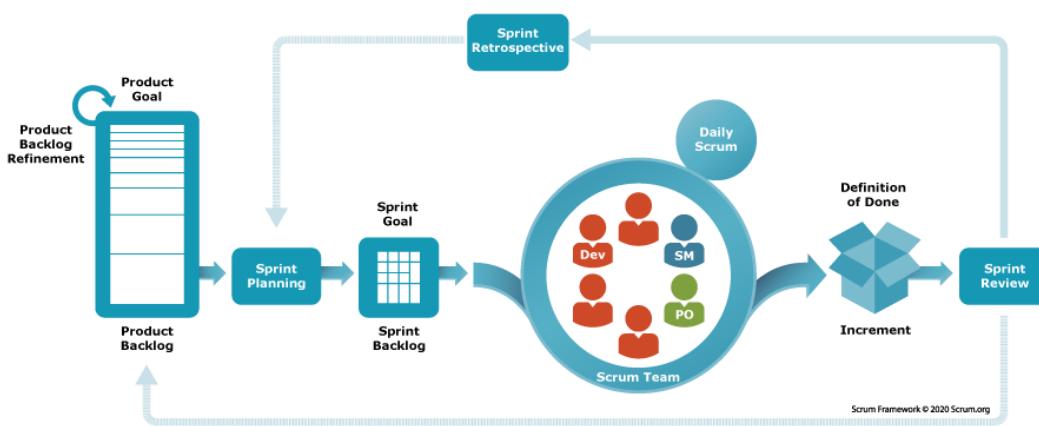
Gambar. 1. Teknologi *Stack* yang Diusulkan

2.2 Teknologi *stack* yang diusulkan

Berbagai *framework* modern seperti React, Angular, dan Vue.js mempermudah pengembangan sistem yang diusulkan [3][4]. Pada studi ini, NodeJS dan ExpressJS dipilih untuk *back-end* karena arsitektur non-blokir asinkronnya yang sangat efisien dalam menangani banyak koneksi simultan untuk pemrosesan data [3]. Sedangkan, ReactJS digunakan untuk *front-end* karena kemampuannya dalam membangun antarmuka pengguna yang responsif dan interaktif, termasuk pengembangan fitur QR Code real-time [4]. Selain itu, Prisma ORM dan PostgreSQL diusulkan untuk pemodelan basis data karena proses abstraksinya yang kuat, andal, *scalable*, dan aman untuk sistem basis data relasional. Terakhir, Vercel dipilih untuk proses *deployment* sistem karena kemudahannya dalam integrasi *continuous deployment* dan optimasi performa *front-end*. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 1, Secara keseluruhan tech stack ini dirancang untuk mendukung skalabilitas, performa, dan kemudahan pengembangan sistem.

2.3 Tahapan pengembangan sistem

Pengembangan sistem yang diusulkan dilakukan menggunakan metode Scrum. Metode Scrum diusulkan karena prosesnya yang cocok dengan pengembangannya sistem manajemen gudang dan dilakukan secara bertahap dan berulang [10][11]. Metode Scrum memastikan bahwa setiap fitur yang dikembangkan dapat beradaptasi dengan kebutuhan pengguna melalui pengujian dan evaluasi berkala, sehingga mengurangi risiko kesalahan serta memungkinkan perbaikan secara cepat dan efisien [12]. Secara alur, dapat dilihat pada Gambar 2, tahap pertama adalah penentuan *product backlog*, meliputi analisis kebutuhan, *product goal*, dan *sprint planning* diusulkan. Tahap berikutnya adalah *daily scrum* dalam pengembangan sistem menggunakan teknologi *stack* yang diusulkan. *Daily scrum* ini meliputi *sprint goal*, *backlog*, *review*, *retrospective* yang dilakukan secara iteratif. Pada proses *sprint review*, seluruh fitur dalam sistem diuji menggunakan metode User Acceptance Testing (UAT). Metode UAT diusulkan karena secara langsung melibatkan pengguna akhir untuk memverifikasi apakah sistem memenuhi kebutuhan bisnis dan fungsionalitas yang diharapkan dalam skenario dunia nyata [13][14].

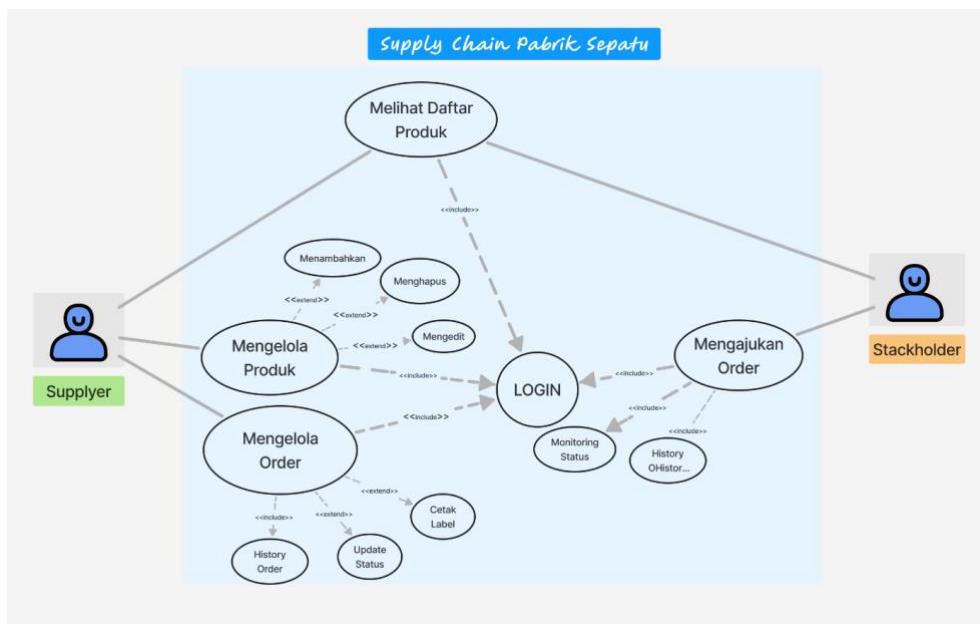


Gambar. 2. Tahapan Metode Scrum

Dalam setiap *sprint* dari metode Scrum, peran *stakeholder* seperti *product owner*, *scrum master*, dan *developer* saling melengkapi untuk mencapai tahapan pengembangan sistem. *Product owner* dan dibantu *scrum master* memimpin perencanaan dan memastikan visi produk jelas, selain itu *product owner* memberikan prioritas dan umpan balik penting. Selama pengembangan, *developer* fokus membangun fitur dengan arahan *scrum master*. Di akhir sprint, *developer* mempresentasikan hasil pengembangan sistem kepada *product owner*. Selanjutnya tahap *sprint review* dimana *product owner* memvalidasi dan memastikan bahwa apa yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan. Terakhir, *scrum master* merefleksikan proses di *sprint retrospective* untuk terus meningkatkan cara kerja mereka.

2.4 Perancangan desain sistem

Untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem, telah dibuat rancangan sistem melalui sebuah *use case diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 3. *Use case diagram* menggambarkan fungsi sistem dari sudut pandang pengguna, mendefinisikan proses serta komponennya melalui skenario yang menjelaskan interaksi antara pengguna dan sistem [15]. Sistem manajemen rantai pasok pabrik sepatu ini melibatkan dua *roles* pengguna, yaitu *supplier* dan *stakeholder*, masing-masing memiliki peran dan akses berbeda. Alur dimulai dengan halaman *login*, di mana pengguna memasukan kredensial dan memilih peran. Setelah *login* valid, pengguna diarahkan ke *dashboard* sesuai perannya. *Supplier* dapat melihat daftar produk, mengelola produk, termasuk menambah, mengubah, dan menghapus produk, serta mengelola *order* meliputi *update status*, melihat *history order*, dan mencetak label QR Code untuk pesanan yang sukses. Sedangkan, *Stakeholder*, dapat melihat semua produk, mengajukan *order*, termasuk monitoring status produk yang diajukan, serta melihat *history produk* yang dipesan.



Gambar. 3. Use Case Diagram

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengembangan sistem

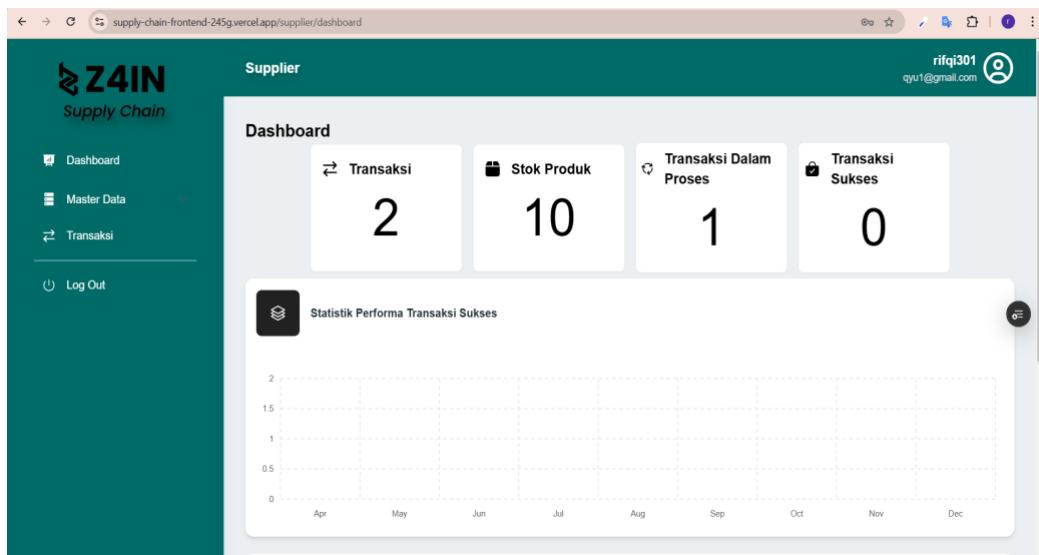
Pada studi ini, sebuah sistem manajemen gudang dikembangkan khusus untuk perusahaan sepatu bernama Z4IN Supply Chain. Untuk mendukung kemudahan dalam pengelolaan gudang produk, sistem ini dilengkapi dengan berbagai fitur esensial. Fitur *dashboard* disediakan untuk menyediakan ringkasan visual tentang status gudang, termasuk jumlah stok terkini, serta transaksi. Fitur transaksi memungkinkan pencatatan detail setiap pergerakan barang, baik masuk maupun keluar, dengan status *on progress* atau *pending*. Transaksi pada sistem ini dilakukan melalui penggunaan QR Code secara real-time. Pendekatan ini memudahkan proses identifikasi dan pelacakan barang, memungkinkan pemindaian cepat untuk pencatatan, pengambilan, dan pengiriman barang, sehingga mengurangi kesalahan manusia dan mempercepat alur kerja. Terakhir, fitur *report* atau laporan menyediakan berbagai jenis laporan, seperti nama produk, jumlah produk, serta status.

Proses pengembangan fitur-fitur pada sistem manajemen gudang ini mengadopsi metode Scrum, dapat dilihat pada Tabel 1. *Product backlog* yang diusulkan meliputi desain UI/UX dan *user case diagram*, pengembangan fitur autentikasi, pengembangan fitur manajemen produk dan stok, pengembangan fitur pemindaian QR Code, pengembangan fitur monitoring pada *dashboard*, pengujian, *debugging*, dan *deploy*. Semua fitur dikembangkan dengan total sekitar 20 hari *sprint daily* dengan fokus prioritas dan estimasi yang berbeda tergantung fitur yang dikembangkan. Selain itu, setiap fitur melalui siklus pengujian dan *debugging* yang intensif sebelum dilanjutkan ke tahap *deploy*. Maka dari itu, pengembangan sistem manajemen gudang yang diusulkan dengan metode Scrum ini dapat dipastikan berjalan efisien dan adaptif.

Tabel 1. Product Backlog yang Diusulkan

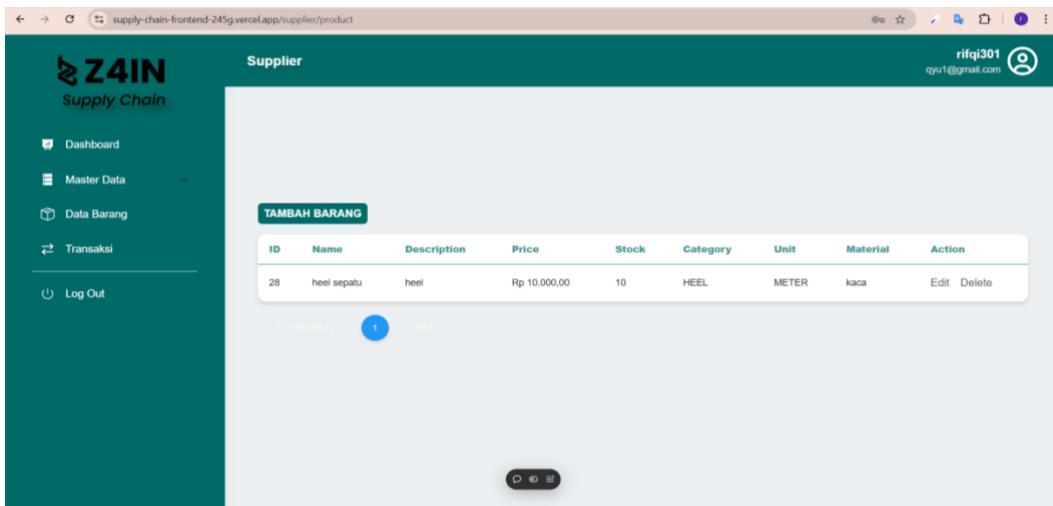
No	Product Backlog	Prioritas	Estimasi (Hari)	Sprint ke-
1	Menentukan kebutuhan sistem	Sedang	3	1-2
2	Mendesain UI/UX dan <i>user case diagram</i>	Sedang	3	3-4
3	Pengembangan fitur autentikasi	Sedang	3	5-6
4	Pengembangan fitur manajemen produk & stok	Tinggi	5	7-9
5	Pengembangan fitur pemindaian QR Code	Tinggi	5	10-12

6	Pengembangan fitur monitoring pada <i>dashboard</i>	Tinggi	5	13-15
7	Pengujian	Sedang	3	16-17
8	Debugging	Sedang	3	18-19
9	Deploy	Rendah	2	20



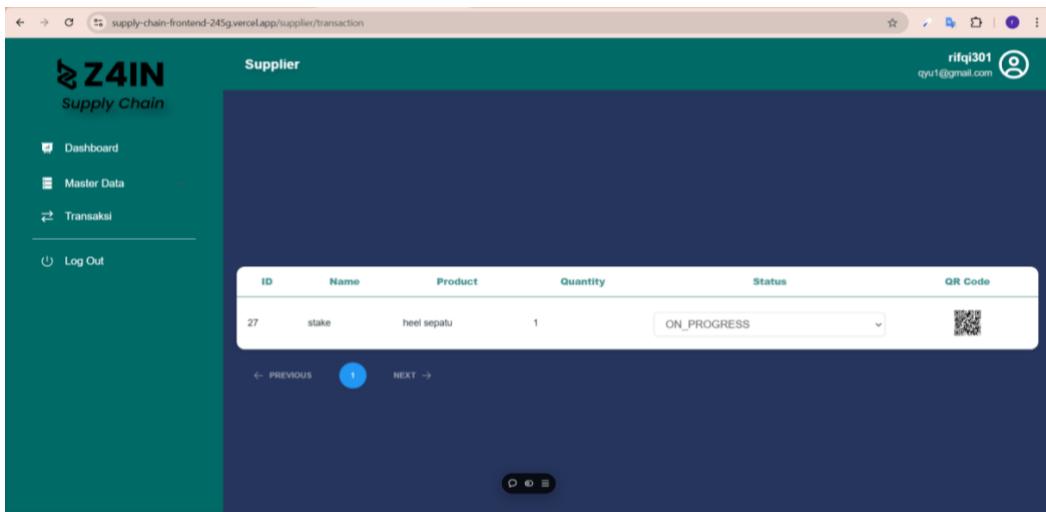
Gambar. 4. Halaman *Supplier Dashboard*

Berikut adalah beberapa fitur yang dikembangkan, salah satunya dapat dilihat pada Gambar 4, yang merupakan halaman *dashboard* untuk *supplier*. Halaman ini dirancang untuk memberikan informasi terkait aktivitas transaksi, stok produk, transaksi dalam proses, transaksi sukses, serta juga memberikan statistik performa transaksi sukses dalam bentuk grafik, memungkinkan pemantauan transaksi dalam periode waktu tertentu.



Gambar. 5. Halaman *Supplier Produk*

Gambar 5 menunjukkan tampilan halaman produk yang dapat dikelola oleh *supplier*. Halaman ini berfungsi sebagai pusat pengelolaan produk yang memungkinkan *supplier* untuk menambahkan, mengubah, dan menghapus produk yang mereka sediakan dalam sistem manajemen gudang.

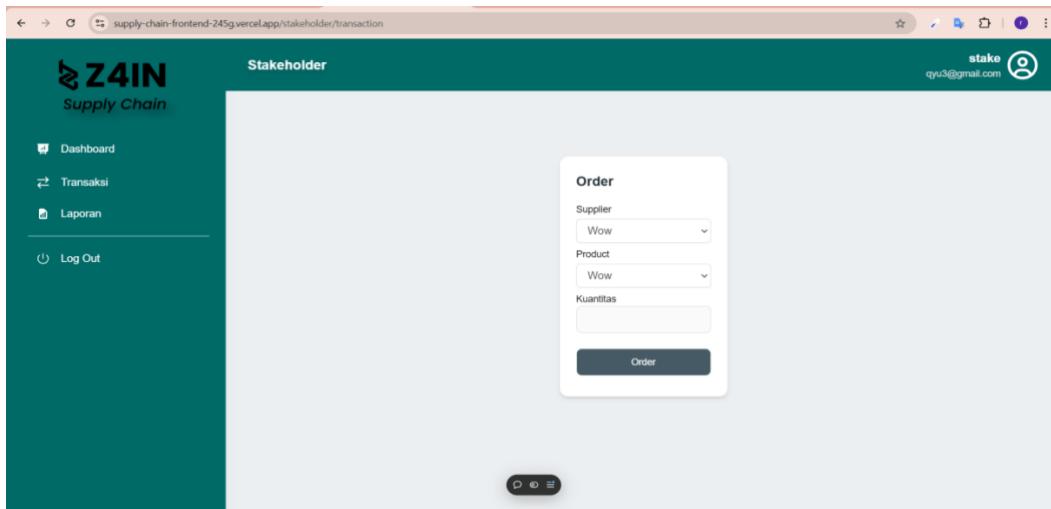


Gambar. 6. Halaman *Supplier* Transaksi dengan Fitur QR Code

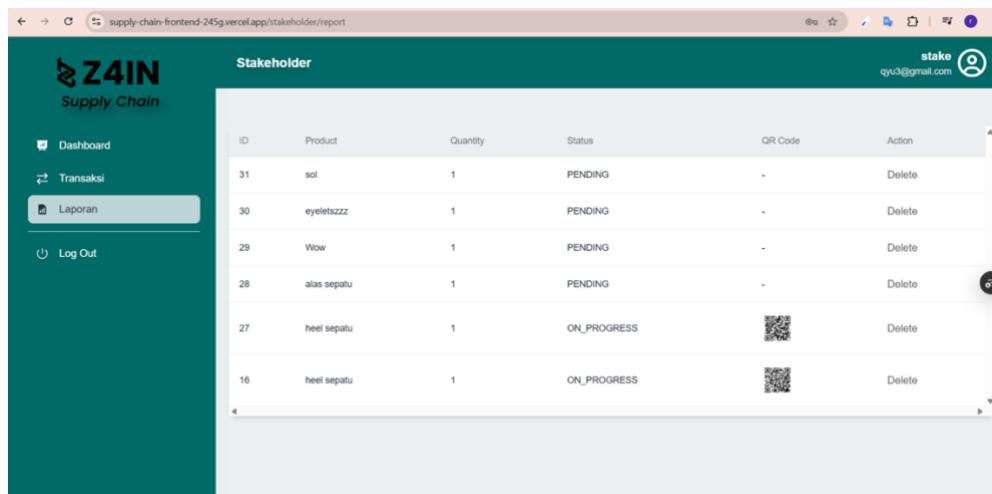
Gambar 6 menampilkan halaman transaksi yang dirancang khusus untuk *supplier*. Halaman ini digunakan untuk menampilkan dan mengelola data transaksi produk. *Supplier* dapat melihat detail informasi data transaksi dengan memindai QR Code secara real-time.

Pengembangan fitur QR Code pada pengembangan sistem manajemen gudang ini diimplementasi menggunakan pustaka ReactJS. Untuk sisi *front-end*, proses pembuatan dan tampilan QR Code menggunakan pustaka 'qrcode.react', sementara pemindaiannya menggunakan dengan 'jsQR'. Setiap QR Code akan mengkodekan informasi unik seperti ID produk dan ID transaksi, yang kemudian akan divalidasi oleh *back-end* melalui API pembaruan status stok secara real-time. Berdasarkan pengujian performa yang dilakukan menggunakan Postman untuk validasi API dan analisis log server, waktu rata-rata untuk memindai QR Code dari perangkat hingga pembaruan status stok di sistem adalah sekitar 2 detik, dengan waktu respons basis data untuk pembaruan status transaksi berada di kisaran 1.2 detik.

Selanjutnya, Gambar 7 menunjukkan halaman transaksi yang dirancang khusus untuk *stakeholder*. Halaman ini berfungsi untuk pemesanan produk dengan jumlah pesanan dan pilihan *supplier*. Hal ini membuat *stakeholder* dapat mengajukan permintaan produk sesuai dengan kebutuhan operasional.



Gambar. 7. Halaman *Stakeholder* Transaksi



The screenshot shows a web application interface for a supply chain system. The left sidebar has a dark teal background with the 'Z4IN Supply Chain' logo and navigation links: 'Dashboard', 'Transaksi' (selected), 'Laporan', and 'Log Out'. The main content area has a header 'Stakeholder' and a table with columns: ID, Product, Quantity, Status, QR Code, and Action. The table lists several transactions:

ID	Product	Quantity	Status	QR Code	Action
31	sol	1	PENDING	-	Delete
30	eyelletszzz	1	PENDING	-	Delete
29	Wow	1	PENDING	-	Delete
28	alas sepatu	1	PENDING	-	Delete
27	heel sepatu	1	ON_PROGRESS		Delete
16	heel sepatu	1	ON_PROGRESS		Delete
4					

Gambar. 8. Halaman *Stakeholder* Report dengan Fitur QR Code

Gambar 8 menampilkan halaman laporan yang dirancang untuk *stakeholder*. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi terkait riwayat transaksi yang telah dilakukan. Dengan fitur QR Code, sistem ini memudahkan visibilitas secara real-time terhadap aktivitas pemesanan produk dalam sistem manajemen gudang ini.

3.2 Evaluasi kinerja sistem

Pada tahap evaluasi, teknik UAT diterapkan dengan daftar pertanyaan dan interpretasi skor yang diadaptasi dari studi [14]. Terdapat 10 pertanyaan yang dibagi kedalam tiga kategori, meliputi fungsionalitas sistem (pertanyaan 1-6), pengalaman pengguna (pertanyaan 7-8), dan efisiensi sistem (pertanyaan 9-10). Evaluasi ini diujikan kepada 15 orang yang terdiri dari 4 *supplier*, 3 *stakeholder*, dan 8 orang yang memiliki kompetensi di bidang *developer*. Skor evaluasi dihitung menggunakan Persamaan 1, dimana persentase skor diperoleh berdasarkan total skor dari jumlah pengujii dikali dengan skor skala Likert, kemudian dibandingkan dengan skor maksimum yang dapat dicapai. Selanjutnya, persentase skor akhir untuk setiap pertanyaan dapat diinterpretasikan berdasarkan Tabel 2.

$$\text{persentase skor} = \frac{\text{total skor yang diperoleh}}{\text{total skor maksimum}} \times 100 \quad (1)$$

Tabel 2. Interpretasi Skor

Percentase	Keterangan
0 % - 20 %	Sangat kurang baik
21 % - 40 %	Kurang baik
41 % - 60 %	Cukup baik
61 % - 80 %	Baik
81 % - 100 %	Sangat baik

Tabel 3. Hasil Pengujian Menggunakan Metode UAT

No.	Pertanyaan	Skor					Perolehan Total	Percentase
		SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	STS (1)		
1	Pengelolaan data dapat dilakukan dengan mudah	4 x 5	9 x 4	2 x 3	0 x 2	0 x 1	62	82.67%

No.	Pertanyaan	Skor					Perolehan Total	Percentase
		SS (5)	S (4)	N (3)	TS (2)	STS (1)		
2	Laporan atau report ditampilkan secara akurat	6 x 5	8 x 4	1 x 3	0 x 2	0 x 1	65	86.67%
3	Transaksi produk gudang dapat dilakukan dengan mudah	5 x 5	9 x 4	1 x 3	0 x 2	0 x 1	64	85.33%
4	Status transaksi dapat diubah dengan mudah	8 x 5	7 x 4	0 x 3	0 x 2	0 x 1	68	90.67%
5	Fitur QR Code dapat diakses dengan mudah	2 x 5	4 x 4	6 x 3	3 x 2	0 x 1	50	66.67%
6	Fitur QR Code dapat digunakan secara real-time	1 x 5	5 x 4	8 x 3	1 x 2	0 x 1	51	68%
7	Antarmuka sistem mudah dimengerti	2 x 5	10 x 4	3 x 3	0 x 2	0 x 1	59	78.67%
8	Navigasi menu dan fitur dapat dikendalikan dengan mudah	4 x 5	9 x 4	2 x 3	0 x 2	0 x 1	62	82.67%
9	Fitur sistem dapat meningkatkan efisiensi kerja	2 x 5	7 x 4	6 x 3	0 x 2	0 x 1	56	74.67%
10	Fungsi sistem membantu mempercepat pengelolaan gudang	2 x 5	6 x 4	7 x 3	0 x 2	0 x 1	55	73.33%

Berdasarkan hasil evaluasi yang ditujukan pada Tabel 3, sebagian pertanyaan menunjukkan kinerja sistem yang sangat baik, dengan skor tertinggi pada kemudahan dalam perubahan status transaksi (90.67%), laporan yang akurat (86.67%), dan kemudahan dalam transaksi produk (85.33%). Sistem juga mendapatkan penilaian baik terkait kemudahan dalam pengelolaan data (82.67%), kemudahan dalam navigasi menu dan fitur (82.67%), antarmuka yang mudah dimengerti (78.67%), meningkatkan efisiensi kerja (74.67%) serta mempercepat pengelolaan gudang (73.33%). Namun, beberapa area membutuhkan perbaikan, seperti fitur *QR Code* yang mendapatkan skor 66.67% dan 68%, yang menunjukkan perlunya peningkatan dalam hal aksesibilitas dan penggunaan *real-time*.

3.3 Analisis hasil pengujian

Secara keseluruhan, sistem memperoleh hasil yang baik dalam berbagai aspek yang diuji, terutama dalam pengelolaan transaksi dan status, serta pengelolaan data dan laporan. Meskipun ada beberapa area yang perlu diperbaiki, seperti fitur *QR Code* yang masih memerlukan perbaikan dari sisi aksesibilitas dan *real-time functionality*, sebagian besar pengujian memberikan penilaian positif. Ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang baik namun masih bisa ditingkatkan untuk mencapai kinerja optimal.

Tabel 4. Perbandingan Waktu Pemindaian

No	Sistem	Waktu Pemindaian	Deskripsi	Simulasi (100 Item)
1	Sistem Manual	3-5 Menit	Pencatatan dilakukan secara manual, mengandalkan input data oleh manusia. Rentan terhadap kesalahan manusia dan membutuhkan waktu lebih lama untuk memverifikasi dan mencatat data barang.	100 item × 5 menit = 500 menit (sekitar 8 jam 20 menit)
2	Sistem Barcode	5 Detik per Item	Pemindaian dilakukan menggunakan barcode scanner. Lebih cepat daripada sistem manual, tetapi masih terbatas oleh ketepatan pemindaian dan ketergantungan pada fisik barcode yang bisa rusak atau hilang.	100 item × 5 menit = 500 menit (sekitar 8 menit 20 detik)
3	Sistem QR Code real-time	2 Detik per Item	Menggunakan pemindaian QR Code untuk akses cepat dan langsung ke data barang dalam sistem. Tidak ada kendala internet dalam simulasi ini, dengan data yang diupdate secara real-time, memungkinkan akurasi tinggi dan pemrosesan cepat.	100 item × 2 detik = 200 detik (sekitar 3 menit 20 detik)

Selanjutnya, pada studi ini dilakukan perbandingan waktu pemindaian yang dapat dilihat pada Tabel 4. Hal ini menunjukkan hasil analisis pengujian dalam membandingkan waktu pemindaian antara sistem manajemen gudang berbasis *QR Code real-time*, sistem manual, dan sistem *barcode*. Perbandingan ini difokuskan pada efisiensi waktu yang diperlukan untuk memindai 100 item dalam masing-masing sistem. Simulasi pengujian dilakukan oleh pengembang sistem dan *stakeholder* menggunakan sistem manajemen gudang dan dipantau melalui API postman.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem QR Code real-time memiliki performa terbaik dengan waktu pemindaian 2 detik per item, yang memungkinkan pemrosesan 100 item dalam waktu sekitar 3 menit 20 detik. Dibandingkan dengan sistem manual, yang memakan waktu hingga 8 jam 20 menit untuk 100 item, dan sistem barcode yang membutuhkan 8 menit 20 detik. Meskipun sistem sistem QR Code real-time lebih cepat daripada sistem manual dan sistem barcode biasa, tetapi performa fitur QR Code ini masih dibawah potensi optimal. Secara teknis, performa fitur QR Code yang belum optimal ini diindikasikan oleh latensi response time API yang mungkin terjadi karena beban server, optimasi *query* basis data yang belum maksimal, atau kendala pada lingkungan koneksi dan *deployment*. Langkah perbaikan yang direkomendasikan mencakup optimasi *query* basis data, penambahan indeks yang relevan, implementasi *caching* pada data yang sering diakses, serta evaluasi lebih lanjut terhadap infrastruktur server untuk memastikan kapasitas dan kecepatan respons yang optimal.

4 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem manajemen gudang terintegrasi dengan teknologi QR Code real-time, yang dirancang menggunakan metode Scrum dan teknologi fullstack Javascript framework. Berdasarkan evaluasi, sistem menunjukkan kinerja yang baik dalam pengelolaan data, akurasi laporan, dan kemudahan transaksi. Meskipun demikian, terdapat potensi peningkatan, terutama pada fitur QR Code yang memerlukan optimasi lebih lanjut untuk aksesibilitas dan penggunaan real-time yang lebih baik. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi pada peningkatan fungsionalitas QR Code serta eksplorasi integrasi dengan sistem eksternal sehingga efisiensi operasional lebih komprehensif.

Referensi

- [1] Fadhilah, H., & Asriningtias, Y. (2023). Rancang bangun Aplikasi Sistem Manajemen Gudang berbasis web mobile pada CV. Intan Mulia Abadi. INTECOMS Journal of Information Technology and Computer Science, 6(2), 976-981.
- [2] Mwizerwa, G., & Akumuntu, J. (2024). Effect of Warehousing Management on Supply Chain Performance: A Case of Inyange Industries Ltd. African Journal of Empirical Research, 5(2), 358-370.
- [3] Kumar, A., Pandey, S. K., Prakash, S., Singh, K. U., Singh, T., & Kumar, G. (2023, April). Enhancing web application efficiency: Exploring modern design patterns within the MVC framework. In 2023 International Conference on Computational Intelligence and Sustainable Engineering Solutions (CISES) (pp. 43-48). IEEE.
- [4] Shukla, A. (2023). Modern JavaScript frameworks and JavaScript's future as a full-stack programming language. Journal of Artificial Intelligence & Cloud Computing, 2(4), 2-5.
- [5] Winata, E., Ayuningtyas, A., & Putra, I. G. N. A. W. (2024). Pengembangan Aplikasi Manajemen Persediaan untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional. Jurnal Teknologi Dan Informasi, 14(1), 36-49.
- [6] Setyadi, W., & Nurajijah, (2024). Sistem Informasi Logistik untuk Optimalisasi Pengelolaan Stok Barang pada Toko Bangunan. bit-Tech, 7(2), 307-313.
- [7] Ramaa, A., Subramanya, K. N., & Rangaswamy, T. M. (2012). Impact of warehouse management system in a supply chain. International Journal of Computer Applications, 54(1).
- [8] Muyumba T, Phiri J. A Web based Inventory Control System using Cloud Architecture and Barcode Technology for Zambia Air Force. Int J Adv Comput Sci Appl. 2017;8(11).
- [9] Istiqomah, N. A., Sansabilla, P. F., Himawan, D., & Rifni, M. (2020, July). The implementation of barcode on warehouse management system for warehouse efficiency. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1573, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
- [10] Ashari, I. F., Aryani, A. J., & Ardhi, A. M. (2022). Design and build inventory management information system using the scrum method. JSiI (Jurnal Sistem Informasi), 9(1), 27-35.
- [11] Krishna, V. V., & Gopinath, G. (2021). Agile Methodology (SCRUM) Approac. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 12(11), 5467-5480.
- [12] Hron, M., & Obwegeser, N. (2022). Why and how is Scrum being adapted in practice: A systematic review. Journal of Systems and Software, 183, 111110.
- [13] Gordon, S., Crager, J., Howry, C., Barsdorf, A. I., Cohen, J., Crescioni, M., & Electronic Patient-Reported (ePRO) Consortium, PRO Consortium. (2022). Best practice recommendations: user acceptance testing for systems designed to collect clinical outcome assessment data electronically. Therapeutic Innovation & Regulatory Science, 56(3), 442-453.

- [14] Aliyah, A., Hartono, N., & Muin, A. A. (2025). Penggunaan User Acceptance Testing (UAT) pada pengujian sistem informasi pengelolaan keuangan dan inventaris barang. *Switch: Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, 3(1), 84-100.
- [15] Setiyani, L. (2021). Desain Sistem: Use Case Diagram. In Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dan Adopsi Teknologi (INOTEK), Vol. 1, No. 1, pp. 246-260.