Atomic Design untuk Sistem Rantai Pasok: Analisis Beban Mental Menggunakan NASA Task Load Index

Eky Achmadi[1], Intan Dzikria[*2]

[1,2] Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-mail: ekyachmadi3101@gmail.com[1], intandzikria@untag-sby.ac.id*[2]

Abstrak. Sistem rantai pasok yang melibatkan berbagai peran dengan kebutuhan interaksi yang kompleks sering kali menghasilkan antarmuka yang rumit dan menambah beban pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk merancang antarmuka sistem rantai pasok multi-platform dengan metode Atomic Design dan menilai sejauh mana desain yang dihasilkan dapat menjadi gambaran tingkat beban mental pengguna melalui instrumen NASA *Task Load Index* (NASA-TLX). Sistem yang dirancang ini menawarkan dua platform yakni website dan aplikasi mobile dengan menerapkan metode Atomic Design yang memiliki lima tahapan komponen berupa atom, molekul, organisme, template dan halaman untuk menciptakan komponen antarmuka yang konsisten dan dapat digunakan kembali. Evaluasi dilakukan pada desain antarmuka menggunakan NASA-TLX yang mengukur enam dimensi beban kognitif yang meliputi *mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort* dan *frustration*. Hasil evaluasi terhadap 20 responden menunjukkan rata-rata skor NASA-TLX sebesar 38,13 yang termasuk dalam kategori rendah dengan standar deviasi 18,89. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rancangan yang diuji memiliki tingkat beban kerja pengguna yang relatif rendah. Perbedaan skor berdasarkan peran juga dianalisis secara eksploratif menggunakan uji Kruskal-Wallis dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Temuan berdasarkan peran digunakan untuk mengidentifikasi bagian antarmuka yang masih memerlukan penyederhanaan, khususnya pada proses dengan tuntutan beban kerja yang relatif lebih tinggi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa desain antarmuka yang menerapkan Atomic Design menekankan pada visibilitas informasi, hierarki visual yang jelas, sehingga penurunan beban mental akibat penerapan Atomic Design secara kausal belum dapat disimpulkan dan hasil ini perlu dipahami sebagai gambaran tingkat beban kerja pada desain yang dievaluasi.

Kata kunci: Atomic Design, Sistem Rantai Pasok, NASA-TLX, Desain antarmuka, User Experience

Abstract. Supply chain systems involving various roles with complex interaction requirements often result in complicated interfaces and increase user burden. This study aims to design a multi-platform supply chain system interface using the Atomic Design method and to assess the extent to which the resulting design reflects the user's mental workload level, utilizing the NASA Task Load Index (NASA-TLX) instrument. The designed system offers two platforms, namely a website and a mobile application by applying the Atomic Design method which has five component stages in the form of atoms, molecules, organisms, templates and pages to create consistent and reusable interface components. Evaluation was carried out on the interface design using NASA-TLX which measures six dimensions of cognitive load including mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort and frustration. The evaluation of 20 respondents yielded an average NASA-TLX score of 38.13 classified as low with a standard deviation of 18.89. These results indicate that the tested design imposes a relatively low level of user workload. Differences in scores based on user roles were also analyzed using the Kruskal-Wallis test, revealing no statistically significant differences. Findings regarding user roles were

used to identify interface elements requiring further simplification, particularly within processes associated with relatively higher workload demands.

Keywords: Atomic Design, Supply Chain Systems, NASA-TLX, Interface Design, User Experience

1. Pendahuluan

Pengelolaan rantai pasok melibatkan berbagai aktivitas yang saling berhubungan, mulai dari perencanaan kebutuhan, pengelolaan persediaan, pemenuhan permintaan, hingga proses distribusi dan pengembalian barang. Namun, berbagai aktivitas tersebut akan berbeda untuk perusahaan pada bidang yang berbeda sehingga memiliki kebutuhan sistem rantai pasok yang berbeda. Perbedaan cara kerja rantai pasok menuntut adanya rancangan antarmuka sistem yang mampu menyesuaikan kebutuhan pengguna. Namun kebanyakan *Supply Chain Management* (SCM) memiliki fungsionalitas yang kompleks sehingga informasi menjadi sulit untuk tersampaikan pada pengguna dan dapat membebani pengguna secara kognitif.

Beban kognitif yakni besarnya usaha yang diperlukan pengguna untuk memahami informasi, mengambil keputusan dan meningkatkan kesalahan pengguna [1]. Beban kognitif yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pengguna untuk cenderung membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan pekerjaan, lebih rentan terhadap kesalahan, dan menurunkan konsentrasi. Sevcenko et al. [1] menunjukkan dalam penelitiannya bahwa desain antarmuka yang adaptif dapat menjadi solusi terhadap masalah beban mental pengguna. Di sisi lain, Reddy et al. [2] menyampaikan bahwa desain antarmuka yang sederhana dan menyajikan informasi secukupnya dapat berkontribusi dalam menurunkan beban kerja mental pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas antarmuka tidak hanya terkait dengan keindahan, tetapi juga dapat membantu pengguna menyelesaikan tugas lebih efektif dengan usaha yang rendah. Penilaian atas beban mental pengguna dapat menggunakan alat penilaian NASA *Task Load Index* (NASA TLX)[3].

Metode Atomic Design adalah metodologi design antarmuka yang membangun sistem secara hierarkis dari komponen terkecil hingga halaman utuh melalui lima tahapan yaitu atom, molekul, organisme, template dan halaman [4]. Metodologi ini dipilih dalam penelitian ini karena menghasilkan komponen yang konsisten dan dapat digunakan ulang diseluruh platform, sehingga pengguna tidak perlu mempelajari ulang pola interaksi saat berpindah halaman [5].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang SCM *multi-platform* menggunakan metode *Atomic Design* dan dievaluasi menggunakan NASA *Task Load Index*. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi desain antarmuka SCM yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik interaksi masing-masing pengguna serta memberikan gambaran mengenai tingkat beban kerja pengguna pada rancangan yang dikembangkan.

2. Landasan Teori

2.1. Sistem Rantai Pasok

Supply Chain Management (SCM) atau sistem rantai pasok merupakan suatu pendekatan yang mengintegrasikan aliran barang, informasi dan keuangan mulai dari pemasok hingga produk diterima oleh konsumen akhir. Safitri et al. [3] menjelaskan bahwa dalam proses rantai pasok aktivitas perusahaan akan saling terhubung dan tersusun bersama di antara dua atau lebih perusahaan yang terlibat sehingga satu proses akan mempengaruhi seluruh proses lainnya. Kondisi saling ketergantungan ini menegaskan pentingnya sistem informasi yang mampu membantu pertukaran informasi secara akurat dan tepat kepada seluruh pihak yang terlibat dalam rantai pasok [7]. Sistem SCM dapat mengintegrasikan aliran distribusi barang dan jasa dan terbukti mempermudah proses bisnis antar perusahaan dengan supplier dan meningkatkan efisiensi koordinasi antar pihak dalam rantai pasok Monalisa et al. [5]. SCOR (*Supply Chain Operation Reference*) framework mengorganisasikan aktivitas rantai pasok pada lima pilar utama yaitu (1) *Plan* - perencanaan kebutuhan barang, kapasitas, dan strategi pengadaan berdasarkan data penjualan dan tren permintaan; (2) *Source* - pengadaan barang dari supplier berdasarkan rencana kebutuhan yang telah ditetapkan, mencakup pemesanan dan penerimaan barang; (3) *Make* - penerimaan, pengecekan, pencatatan stok, dan pengelolaan penyimpanan barang di gudang; (4) *Deliver* – pengiriman

barang kepada konsumen dan pelaporan operasional distribusi secara berkala; dan (5) *Return* – penanganan pengembalian barang akibat kerusakan, kelebihan pengiriman atau ketidaksesuaian spesifikasi [9].

2.2. Atomic Design

Atomic Design merupakan metodologi desain antarmuka yang diperkenalkan oleh Brad Frost pada tahun 2013 dan dibukukan secara resmi pada tahun 2016 [4]. Metode ini terinspirasi dari ilmu kimia, dimana seluruh materi tersusun dari atom – atom yang saling terikat membentuk molekul, kemudian bergabung menjadi organisme yang lebih kompleks. Matra et al. [7] mendefinisikan Atomic Design sebagai metodologi desain yang terdiri dari lima tahap yang saling bekerja sama untuk membuat sebuah sistem desain antarmuka secara hierarkis, mulai dari atom, molekul, organisme, template hingga halaman. Huldan et al. [8] menegaskan bahwa penerapan desain sebuah sistem dengan pendekatan Atomic Design dapat menghasilkan desain antarmuka yang lebih seragam, konsisten dan mempercepat waktu pengembangan karena komponen yang telah dibuat dapat digunakan ulang tanpa perlu dibuat dari awal.

Huldan et al. [8] membuktikan secara empiris bahwa Atomic Design mampu meningkatkan produktivitas desain waktu rata – rata pengerjaan antarmuka berkurang dari 1 jam 52 menit menjadi 1 jam 26 menit, dengan efektivitas penyelesaian tugas 89%, efisiensi waktu 87% dan evaluasi hasil desain 92%. Kurniawan [9] juga membuktikan bahwa Atomic Design dikombinasikan dengan A/B testing menghasilkan design system yang efektif untuk produk digital kompleks dengan banyak komponen pada antarmukanya. Atomic design memiliki 5 tahapan utama, yaitu :

1. Atom, merupakan elemen UI terkecil yang tidak dapat dipecah. Misalnya, typografi, color pallet, button, input field, label status dan ikon.
2. Molekul, merupakan gabungan atom yang membentuk komponen fungsional sederhana. Misalnya, search bar dan daftar item.
3. Organisme, merupakan kombinasi molekul yang membentuk antarmuka yang bisa berdiri sendiri. Misalnya, sidebar navigasi dan tabel pengelolaan data.
4. Template, merupakan kerangka tata letak halaman dengan konten placeholder. Misalnya, layout beranda atau layout kelola produk.
5. Halaman, merupakan template dengan konten nyata yang sudah bisa diuji. Misalnya, dashboard, kelola produk, pemesanan, atau laporan.

2.3. NASA Task Load Index (NASA-TLX)

NASA-TLX adalah instrumen pengukuran beban kerja mental yang dikembangkan oleh Hart dan Staveland di NASA *Ames Research Center* pada tahun 1988 [13]. NASA-TLX dikembangkan untuk mengidentifikasi dimensi-dimensi beban kerja yang paling sensitif dan valid dalam berbagai konteks. NASA-TLX telah digunakan dalam lebih dari 550 studi evaluasi selama tiga dekade terakhir dan telah terbukti valid dan reliabel untuk mengukur beban kerja mental dalam berbagai domain, termasuk interaksi manusia-komputer [13]. NASA-TLX digunakan untuk mengukur seberapa besar upaya mental yang harus dikeluarkan pengguna ketika berinteraksi dengan sistem. Arrana-De las Casas et al. [11] mengkonfirmasi bahwa NASA-TLX efektif dalam mengidentifikasi peluang perbaikan desain antarmuka berdasarkan tingkat beban mental yang dialami pengguna. Faudzi et al. [12] juga membuktikan bahwa NASA-TLX mampu menangkap hubungan antara kualitas desain antarmuka mobile dan beban kognitif ekstra yang dialami pengguna. [13] mendefinisikan enam domain NASA-TLX, yaitu:

1. *Mental Demand* (MD) - besarnya aktivitas mental dan persepsi yang dibutuhkan (berpikir, memutuskan, mengingat dan mencari).
2. *Physical Demand* (PD) - besarnya aktivitas fisik yang dibutuhkan (klik, scroll, ketik).
3. *Temporal Demand* (TD) - tekanan waktu yang dirasakan selama menyelesaikan tugas.
4. *Performance* (P) - tingkat kesuksesan pengguna dalam menyelesaikan tujuan yang ditetapkan.
5. *Effort* (E) - tingkat kerasnya pengguna bekerja untuk mencapai tingkat performa tersebut.
6. *Frustation* (F), tingkat stres, mudah marah dan ketidakpuasan yang dirasakan selama tugas

Raw TLX tanpa pembobotan berpasangan digunakan dalam penelitian ini, mengikuti rekomendasi [15] yang menyatakan bahwa Raw TLX memiliki reliabilitas yang setara dengan metode pembobotan berpasangan namun lebih efisien secara prosedural. Setiap domain dinilai menggunakan skala 0 – 100 dengan interval 5 poin. Skor akhir dihitung menggunakan formula (1). Interpretasi skor mengacu pada klasifikasi [3], dimana < 20 = sangat rendah, 20–40 = rendah, 41–60 = sedang, 61–80 = tinggi, dan > 80 = sangat tinggi.

$$\text{Skor NASA-TLX} = (MD + PD + TD + P + E + F) / 6 \quad (1)$$

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini memberikan gambaran mengenai tingkat beban kerja pengguna pada desain menggunakan metode Atomic Design untuk menghasilkan komponen yang konsisten dan dapat digunakan kembali serta seragam pada platform website dan mobile.

Tahapan analisis kebutuhan ini dilakukan melalui tiga teknik pengumpulan data. Studi literatur digunakan untuk membangun landasan teoritis yang mencakup teori beban kognitif, metode Atomic Design, kerangka SCOR dan instrumen evaluasi NASA-TLX. Observasi pada proses bisnis sebuah perusahaan dilakukan terhadap alur proses bisnis rantai pasok untuk menentukan interaksi yang berpotensi membebani pengguna secara kognitif.

Perancangan antarmuka ini menggunakan metode Atomic Design yang diperkenalkan oleh [4]. Metode ini membangun antarmuka secara hierarkis melalui lima tahapan yang meliputi atom, molekul, organisme, template dan halaman. Pendekatan ini dipilih karena kemampuannya menghasilkan antarmuka yang konsisten dan dapat digunakan ulang. Konsistensi visual yang dihasilkan oleh Atomic Design secara tidak langsung diharapkan dapat membantu pengguna mengenali pola antarmuka yang konsisten karena mereka dapat mengantisipasi komponen di seluruh bagian sistem tanpa harus mempelajari ulang pola interaksi baru.

Evaluasi beban kerja mental dilakukan menggunakan NASA-TLX yang mengukur enam dimensi beban kerja yang meliputi *mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort* dan *frustration.* Setiap dimensi dinilai pada skala 0 – 100 dan skor akhir dihitung menggunakan metode Raw TLX. Evaluasi dilakukan terpisah untuk setiap responden sesuai peran masing-masing agar data beban kognitif yang dihasilkan spesifik dan relevan untuk setiap platform.

4. Hasil Penelitian

4.1. Analisis Kebutuhan

Penelitian ini melakukan analisis kebutuhan fungsional dan non fungsional pada sebuah perusahaan yang menerapkan rantai pasok. Analisis menghasilkan 20 kebutuhan fungsional sistem SCM yang nantinya dapat digunakan oleh 5 aktor utama, yaitu *supplier*, produsen, *distributor*, *retailer*, dan konsumen akhir, yang ditunjukkan pada Tabel 1. Di sisi lain, penelitian ini menghasilkan 17 kebutuhan non fungsional yang berkaitan dengan *responsiveness* dan *consistency*.

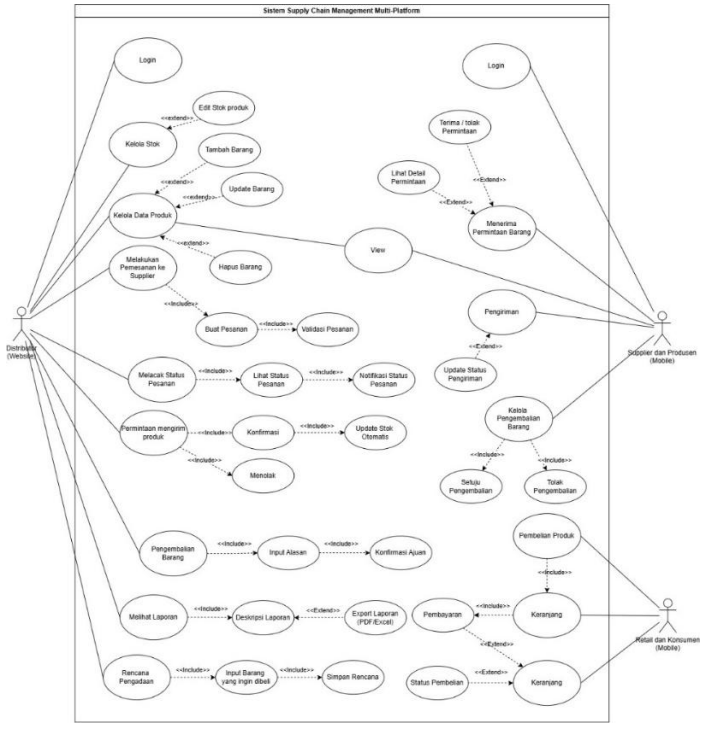
Table 1. Kebutuhan Fungsional

Kode	Kebutuhan Fungsional	Aktor
KF – 01	Melakukan Login dan Logout	Semua Pengguna
KF – 02	Mengelola Data Produk	Distributor
KF – 03	Mengelola Data Stok Barang	Distributor
KF – 04	Melakukan Pemesanan barang kepada Supplier	Distributor
KF – 05	Melihat Detail Pemesanan Barang	Distributor
KF – 06	Melihat status Pemesanan	Distributor

KF – 07	Melakukan Konfirmasi Permintaan pengiriman barang	Distributor
KF – 08	Mengajukan pengembalian barang	Distributor
KF – 09	Menampilkan Ringkasan Informasi	Distributor
KF – 10	Laporan Aktivitas	Distributor
KF – 11	Menampilkan Informasi Stok Barang	Supplier dan Produsen
KF – 12	Melihat daftar Permintaan	Supplier dan Produsen
KF – 13	Melakukan Pengajuan Pengiriman barang	Supplier dan Produsen
KF – 14	Melihat Pengembalian Barang	Supplier dan Produsen
KF – 15	Melihat Catalog Produk	Retail dan Konsumen
KF – 16	Melihat Stock Produk Secara Real – time	Retail dan Konsumen
KF – 17	Melakukan Pembelian Barang	Retail dan Konsumen
KF – 18	Melihat Keranjang Pembelian	Retail dan Konsumen
KF – 19	Melakukan Pembayaran	Retail dan Konsumen
KF – 20	Riwayat Pembelian	Retail dan Konsumen

4.2. Permodelan Sistem

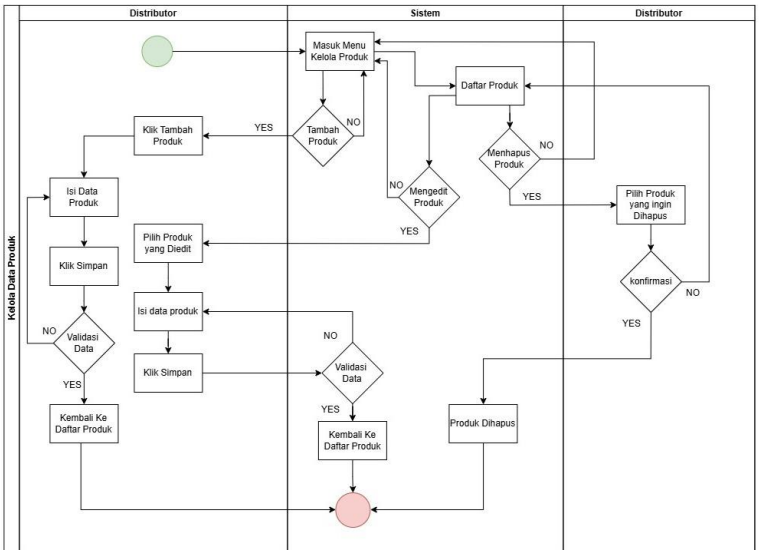
Penelitian ini merancang beberapa model sistem untuk mendukung proses desain, yaitu diagram use case dan diagram aktivitas. Gambar 1 menunjukkan diagram use case sistem yang memetakan kebutuhan fungsional pada Tabel 1 ke dalam interaksi aktor dengan sistem. Distributor pada platform website memiliki cakupan fungsi paling luas, meliputi pengelolaan stok, pengelolaan data produk, pemesanan ke supplier, penerimaan permintaan pengiriman, pengembalian barang dan pelaporan. Sedangkan *supplier* dan produsen pada platform mobile ini berfokus pada penerimaan permintaan, pengiriman dan pengelolaan pengembalian barang. Di sisi lain, ritel dan konsumen fokus pada pembelian produk, pembayaran dan pengembalian barang. Pemisahan cakupan fungsi ini digunakan untuk menyesuaikan informasi dan fungsi yang ditampilkan dengan konteks masing-masing peran. Gambar 2, 3, dan 4 menunjukkan pemodelan activity diagram yang menggambarkan alur interaksi beberapa proses sistem.



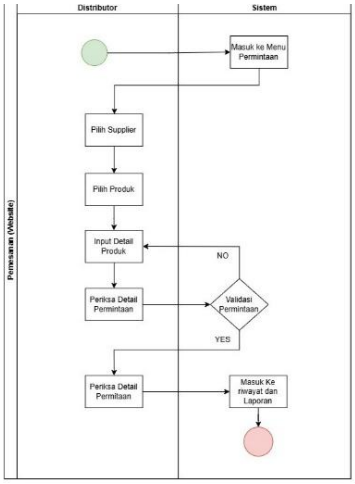
Gambar 1. Diagram use case Sistem Supply Chain Management multi-platform

4.3. Desain Antarmuka Sistem

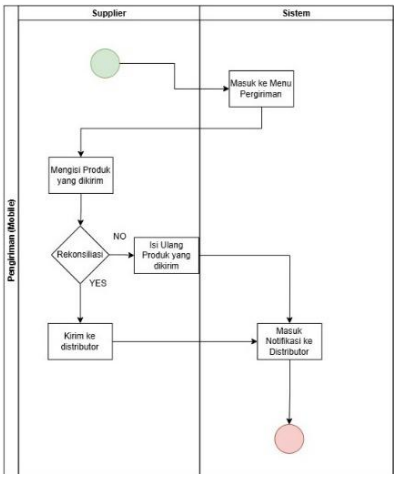
Perancangan antarmuka pada penelitian ini mengikuti lima tahapan Atomic Design yang meliputi atom, molekul, organisme, template dan halaman. Pendekatan ini digunakan agar setiap komponen antarmuka dapat digunakan kembali secara konsisten digunakan pada kedua platform. Tahapan pertama adalah atom merupakan elemen antarmuka paling dasar yang tidak dapat dipecah lagi menjadi komponen yang lebih kecil. Gambar 5 menunjukkan tiga atom utama yang digunakan pada rancangan ini. Gabungan beberapa atom merupakan molekul, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, yang membentuk satu unit fungsional sederhana.



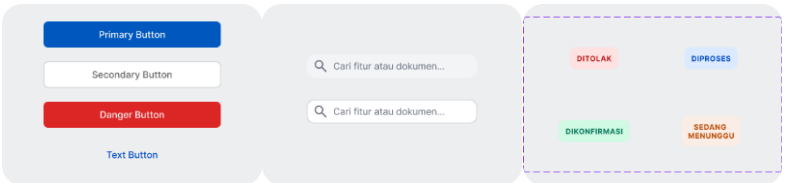
Gambar 2. Activity Diagram Pengelolaan Data Produk



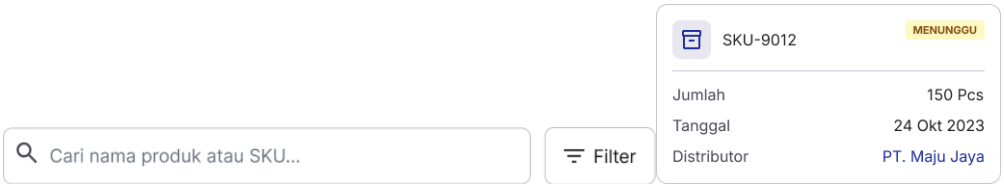
Gambar 3. Activity Diagram Pemesanan Produk ke supplier



Gambar 4. Activity Diagram Pengiriman ke Distributor dan Produsen

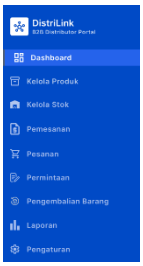


Gambar 5. Atom (button, kolom pencarian dan badge status)



Gambar 6. Molekul (search bar dan summary card)

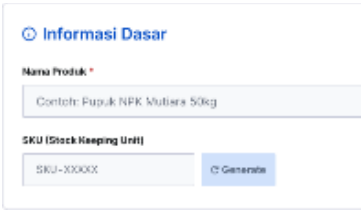
Tahap ketiga ditunjukkan pada Gambar 7, 8, dan 9 yaitu Organisme, yang merupakan gabungan beberapa molekul dan atom yang membentuk bagian antarmuka yang lebih kompleks dan dapat berdiri sendiri.



Gambar 7. Organisme Sidebar Navigasi Website

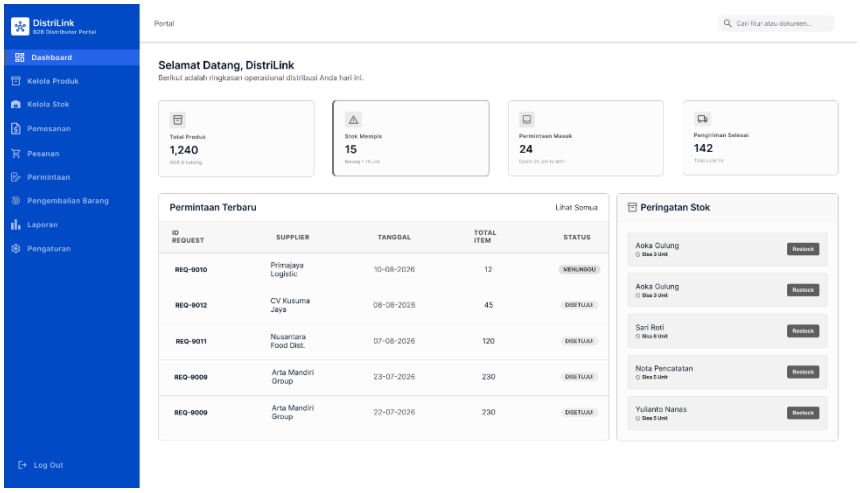


Gambar 8. Organisme Navigasi Mobile

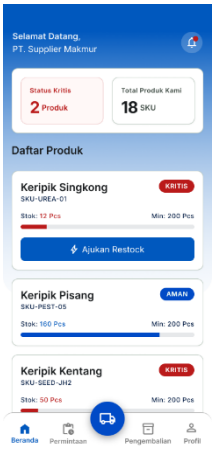


Gambar 9. Organisme formulir informasi dasar produk

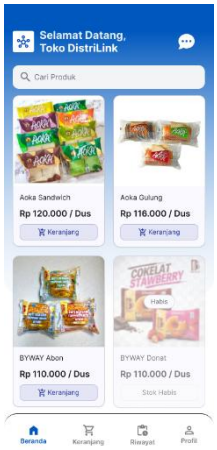
Tahap selanjutnya adalah tahap template yang merupakan menggabungkan organisme menjadi kerangka tata letak halaman tanpa konten akhir atau wireframe untuk memastikan hierarki informasi dan penempatan tiap komponen sudah tepat sebelum mengisi dengan data sesungguhnya. Gambar 10, 11, dan 12 menunjukkan template yang dihasilkan pada penelitian ini.



Gambar 10. Template Dashboard

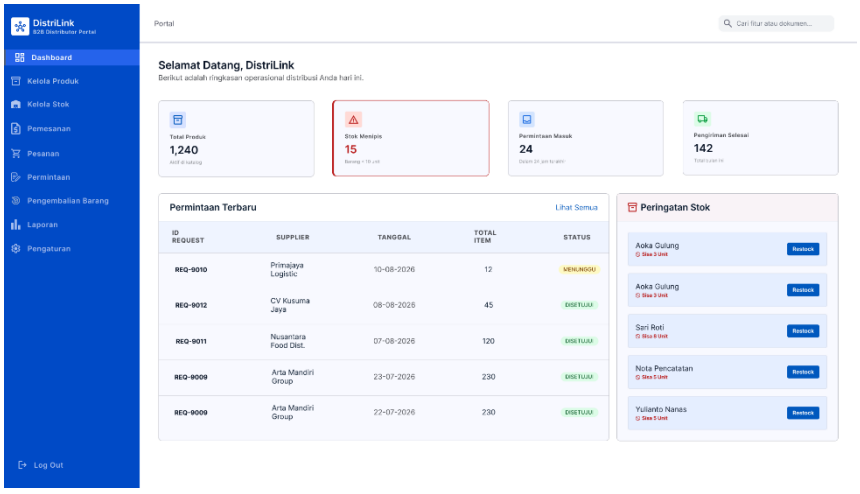


Gambar 11. Template Beranda mobile untuk Supplier dan Produsen

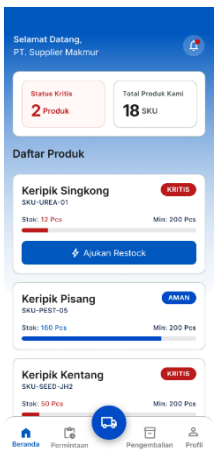


Gambar 12. Template Beranda mobile untuk Retail dan Konsumen

Gambar 13, 14 dan 15 menunjukkan hasil tahap akhir yaitu tahap desain halaman pada sistem Supply Chain Management multi-platform yang terdiri atas dashboard website untuk distributor serta aplikasi mobile untuk supplier, produsen, retail dan konsumen. Dashboard website dirancang untuk menampilkan ringkasan informasi penting, sementara itu aplikasi mobile menyajikan informasi sesuai dengan kebutuhan masing – masing pengguna.



Gambar 13. Halaman Dashboard Website untuk Distributor





Gambar 14. Halaman Beranda mobile untuk Supplier dan Produsen

Gambar 15. Halaman Beranda mobile untuk Retail dan Konsumen

4.4. Evaluasi NASA-TLX

Evaluasi NASA-TLX dilakukan terhadap prototipe kedua platform dengan melibatkan 20 responden yang mewakili lima peran dalam sistem, yaitu distributor, supplier, produsen, retail dan konsumen. Setiap responden mengisi kuesioner pada enam dimensi *mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort,* dan *frustration* menggunakan skala 1 sampai 5, yang kemudian dikonversi ke skala 0-100 mengikuti interval NASA-TLX nilai 1 = 0, nilai 5 = 100. Nilai tiap item kemudian ditransformasikan secara linier ke skala 0 – 100 menggunakan rumus Skor = ((Nilai Item – 1) / 4) × 100, sehingga nilai 1, 2, 3, 4 dan 5 masing – masing terpetakan menjadi 0, 25, 50, 75 dan 100. Dengan demikian, skor NASA-TLX yang dilaporkan pada penelitian ini lebih tepat sebagai indikator tingkat beban kerja. Khusus untuk dimensi *performance*, item kuesioner disusun sebagai tingkat kepuasan pengguna, sehingga nilainya dibalik terlebih dahulu (kepuasan tinggi = beban rendah) sebelum digabungkan dengan lima dimensi lainnya menggunakan persamaan (1). Tabel 2 menunjukkan item kuesioner NASA-TLX yang digunakan pada penelitian ini. Skor akhir tiap responden dirata-ratakan berdasarkan peran untuk melihat variasi beban kerja mental antar peran, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Table 2. Kuesioner NASA-TLX

No	Dimensi	Pertanyaan
1	*Mental Demand* (MD)	Seberapa besar usaha berpikir yang Anda perlukan untuk memahami tampilan antarmuka sistem?
2	*Physical Demand* (PD)	Seberapa melelahkan aktivitas fisik yang diperlukan selama menggunakan sistem?
3	*Temporal Demand* (TD)	Seberapa lama waktu yang anda rasakan saat menyelesaikan suatu tugas menggunakan sistem?
4	*Performance* (P)	Seberapa puas Anda saat menggunkan sistem?
5	*Effort* (E)	Seberapa keras usaha yang Anda keluarkan untuk memahami saat menggunakan sistem?
6	*Frustration* (F)	Seberapa sering Anda merasa bingung ketika menggunakan sistem?

Table 3. Rata – rata Skor NASA-TLX per Peran (Skala 0-100)

Peran	N	MD	PD	TD	P	E	F	Rata - rata	SD	Kategori
Distributor	4	50.00	43.75	43.75	31.35	62.50	50.00	46.88	13.34	Sedang
Konsumen	6	41.67	41.67	45.83	16.67	33.33	45.83	37.50	21.25	Rendah
Produsen	3	58.33	66.67	66.67	8.33	66.67	58.33	54.17	18.16	Sedang
Retail	5	50.00	15.00	20.00	10.00	20.00	15.00	21.67	12.98	Rendah
Supplier	2	62.50	37.50	37.50	12.50	50.00	37.50	39.58	14.73	Rendah
Total	**20**	**50.00**	**38.75**	**41.25**	**16.25**	**42.50**	**40.00**	**38.13**	**18.89**	**Rendah**

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa skor NASA-TLX rata-rata seluruh responden adalah 38.13 SD = 18,89; 95% CI: 29,28–46,96, termasuk dalam kategori rendah. Hasil tersebut menggambarkan bahwa desain antarmuka yang dievaluasi memiliki tingkat beban kerja pengguna yang relatif rendah. Dimensi *performance* setelah dibalik mencatat skor terendah pada seluruh peran rata-rata 16.25, yang berarti sebagian besar responden merasa berhasil dan puas dalam menyelesaikan tugasnya menggunakan

sistem. Sebaliknya, dimensi *mental demand* mencatat skor tertinggi rata-rata 50, menunjukkan bahwa proses memahami tampilan antarmuka masih menjadi aktivitas kognitif yang paling dominan dirasakan pengguna meskipun masih berada pada kategori rendah hingga sedang.

Jika dilihat tiap peran, Retail memiliki skor terendah 21,67 dengan kategori rendah, yang sejalan dengan tampilan katalog produk yang sederhana dan alur pembelian yang ringkas pada platform *mobile*. Distributor memiliki skor 46,88 pada kategori sedang, dimana nilai ini wajar mengingat cakupan fungsi pada platform *website* jauh lebih luas dibandingkan peran lain. Produsen memiliki skor tertinggi 54.17, pada kategori sedang, yang dapat disebabkan alur perencanaan pengadaan yang melibatkan lebih banyak langkah input dan rekonsiliasi data dibandingkan alur lainnya. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa strategi Atomic Design yang menekankan visibilitas informasi, konsistensi komponen antarmuka dan hierarki visual yang jelas berkontribusi dalam menjaga beban kerja mental pengguna tetap berada pada kategori rendah, meskipun alur kerja yang lebih kompleks seperti perencanaan pengadaan pada peran produsen masih berpotensi untuk disederhanakan lebih lanjut pada iterasi desain berikutnya.

Untuk menguji apakah perbedaan skor antar peran tersebut bermakna secara statistik, dilakukan uji Kruskal-Wallis, mengingat ukuran sampel tiap peran yang sangat kecil (n = 2–6). Hasil uji menunjukkan tidak terdapat perbedaan skor beban mental yang signifikan secara statistik antar peran ($H(4) = 6{,}66$; $p = 0{,}155$). Interval kepercayaan 95% tiap peran juga saling tumpang tindih secara luas (misalnya Produsen: 9,05–99,28 dan Retail: 5,55–37,78), yang mendukung simpulan bahwa perbedaan rata-rata yang tampak pada Tabel 3 belum cukup kuat untuk dinyatakan berbeda secara nyata antar peran. Perlu ditekankan bahwa daya statistik (power) uji ini rendah akibat ukuran sampel yang sangat kecil pada beberapa peran (Supplier n = 2; Produsen n = 3), sehingga hasil uji yang tidak signifikan ini tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti kuat bahwa beban mental antar peran benar-benar setara, melainkan sebagai indikasi awal yang bersifat eksploratif. Dengan demikian, perbandingan antar peran pada penelitian ini tetap bersifat deskriptif dan kontekstual, dan tidak dimaksudkan untuk menggeneralisasi bahwa suatu peran secara pasti memiliki beban mental yang lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan peran lain. Penelitian lanjutan dengan jumlah dan distribusi responden yang lebih memadai tetap diperlukan untuk memperkuat validitas temuan ini secara inferensial.

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan rancangan antarmuka sistem Supply Chain Management (SCM) multi-platform yang terdiri dari website untuk distributor dan aplikasi mobile untuk supplier, produsen, retail dan konsumen. Perancangan dilakukan menggunakan metode Atomic Design sehingga menghasilkan komponen antarmuka yang konsisten, modular dan dapat digunakan kembali pada berbagai halaman sistem.

Hasil evaluasi menggunakan NASA-TLX menunjukkan bahwa rata – rata skor beban kerja pengguna sebesar 38.13 yang termasuk dalam kategori rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rancangan antarmuka yang dievaluasi memiliki tingkat beban kerja pengguna yang relatif rendah. Namun, karena penelitian tidak menggunakan desain pembanding, hasil tersebut belum dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan kausal antara penerapan Atomic Design dan penurunan beban kerja mental.

Analisis berdasarkan peran menunjukkan bahwa produsen memiliki rata-rata skor tertinggi sebesar 54,17 ($SD = 18{,}16$) yang termasuk kategori sedang, sedangkan retail memiliki skor terendah sebesar 21,67 ($SD = 12{,}98$). Uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik ($H(4) = 6{,}66$; $p = 0{,}155$), dan interval kepercayaan 95% antar peran saling tumpang tindih secara luas. Perbandingan tersebut tetap bersifat eksploratif karena jumlah responden pada setiap peran relatif kecil dan tidak seimbang (n = 2–6), sehingga daya statistik uji ini rendah. Oleh karena itu, hasil tersebut tidak dimaksudkan untuk menggeneralisasi bahwa suatu peran memiliki beban mental yang secara pasti lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan peran lainnya.

Temuan NASA-TLX memberikan indikasi mengenai bagian desain yang masih memerlukan penyempurnaan. Dimensi Mental Demand memiliki rata-rata skor tertinggi sebesar 50, sehingga hierarki informasi, kejelasan label, pengelompokan informasi, dan penyederhanaan alur interaksi menjadi aspek

yang dapat diprioritaskan pada iterasi desain berikutnya. Pada peran produsen, perhatian dapat diberikan pada proses yang memiliki lebih banyak langkah input dan kebutuhan rekonsiliasi informasi.

Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan Atomic Design dalam menghasilkan rancangan antarmuka SCM multi-platform serta evaluasi tingkat beban kerja pengguna menggunakan NASA-TLX. Hasil evaluasi memberikan gambaran empiris mengenai beban kerja pada desain yang dikembangkan dan dapat digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi area perbaikan antarmuka. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan jumlah responden yang lebih besar dan seimbang serta desain pembanding, misalnya dengan membandingkan rancangan berbasis Atomic Design dengan rancangan konvensional, sehingga pengaruh Atomic Design terhadap beban kerja mental dapat diuji secara lebih kuat.

Penelitian ini berkontribusi secara akademis pada pengembangan pengetahuan tentang penerapan metodologi Atomic Design dalam perancangan antarmuka sistem multi platform yang melibatkan berbagai aktor dengan kebutuhan interaksi yang berbeda dan berkontribusi secara praktis menghasilkan rancangan yang dapat menjadi acuan dalam pengembangan antarmuka sistem SCM yang menyesuaikan fugnsi dan kebutuhan setiap aktor.

Walaupun hasil penelitian ini memiliki kelebihan pada perancangan antarmuka yang mencakup beberapa aktor dalam proses rantai pasok dan penggunaan komponen yang konsisten melalui pendekatan Atomic Design, penelitian ini belum terlepas dari beberapa kekurangan, yaitu dalam jumlah responden yang belum merata pada setiap aktor untuk pengujian NASA-TLX. Maka dari itu, penelitian di masa depan dapat melibatkan jumlah responden yang lebih banyak dan merata untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai kualitas antarmuka yang dirancang.

6. Referensi

[1] N. Sevcenko, T. Appel, M. Ninaus, K. Moeller, and P. Gerjets, “Theory-based approach for assessing cognitive load during time-critical resource-managing human–computer interactions: an eye-tracking study,” *Journal on Multimodal User Interfaces*, vol. 17, no. 1, pp. 1–19, 2023.

[2] V. Reddy and K. Hajarath, “Designing a cognitive supply chain platform using sap erp solution for smart decision support,” *International Journal of Supply Chain Management*, vol. 9, no. 3, pp. 12–23, 2024.

[3] B. Frost, *Atomic design*. Brad Frost Pittsburgh, 2016.

[4] R. A. Kurniawan, “Pembuatan Design System Menggunakan Pendekatan Atomic Design dan A/B Testing,” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 3, pp. 543–549, Jul. 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i3.1346.

[5] W. Safitri and M. Huda, “Teknologi Informasi dalam Integrasi Supply Chain dan Pertukaran Informasi Terhadap Performa Supply Chain,” *Widya Cipta: Jurnal Sekretari dan Manajemen*, vol. 6, no. 1, pp. 32–40, 2022.

[6] L. A. Lubis, A. F. Hayatunnufus, and S. Aisyah, “Peran Teknologi Informasi dalam Penerapan Proses Bisnis pada Supply Chain Management (SCM),” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Manajemen, Bisnis dan Akuntansi (JIMMBA)*, vol. 4, no. 4, pp. 456–461, 2022.

[7] S. Monalisa and D. Apsyarin, “Rancang Bangun Sistem Informasi Supply Chain Management Distribusi Barang Dan Jasa Berbasis Web,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 139–144, 2021.

[8] M. Saad Salahudin and Y.-C. Liu, “OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF DIGITAL SUPPLY CHAIN: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW USING SCOR FRAMEWORK,” vol. 4, no. 5, 2024, [Online]. Available: https://transpublika.co.id/ojs/index.php/Transekonomika

[9] M. Matra, T. Kusumasari, and F. Al-Anshary, “REDESIGN USER INTERFACE WEBSITE PORTAL MENGGUNAKAN METODE ATOMIC DESIGN (STUDI KASUS : BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN),” *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 8, pp. 500–513, May 2023, doi: 10.29100/jipi.v8i2.3502.

[10] S. Huldan and A. Finandhita, "Pengembangan design system pada perangkat lunak ibid dengan pendekatan atomic design," *Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik dan Ilmu Komputer (JUPITER)*, vol. 1, no. 1, pp. 36–43, 2021.

[11] R. A. Kurniawan, "Pembuatan Design System Menggunakan Pendekatan Atomic Design dan A/B Testing," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 3, pp. 543–549, 2024.

[12] S. G. Hart, "NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later," in *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*, Sage publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2006, pp. 904–908.

[13] N. I. Arana-De las Casas, J. De la Riva-Rodríguez, A. A. Maldonado-Macías, and D. Sáenz-Zamarrón, "Cognitive analyses for interface design using dual n-back tasks for mental workload (MWL) evaluation," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 2, p. 1184, 2023.

[14] M. A. Faudzi, Z. C. Cob, M. Ghazali, R. Omar, and S. A. Sharudin, "User interface design in mobile learning applications: Developing and evaluating a questionnaire for measuring learners' extraneous cognitive load," *Heliyon*, vol. 10, no. 18, 2024.

[15] R. A. Grier, "How high is high? A meta-analysis of NASA-TLX global workload scores," in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, Human Factors and Ergonomics Society Inc., 2015, pp. 1727–1731. doi: 10.1177/1541931215591373.