


Academic Career: <i>Undergraduate / Master / Doctoral / BINUS Online / Professional*</i>	Class Program: <i>Regular / Global-Class*</i>
<input type="checkbox"/> Mid Exam <input checked="" type="checkbox"/> Final Exam	<input type="checkbox"/> Others Exam : _____ Term : Odd / Even / Compact* Period (Only for BINUS Online / Master) : 1 / 2*
<input type="checkbox"/> Kemanggisan <input type="checkbox"/> Alam Sutera <input type="checkbox"/> Bekasi	<input type="checkbox"/> Senayan <input type="checkbox"/> Bandung <input type="checkbox"/> Malang
<input type="checkbox"/> Semarang <input type="checkbox"/> Medan <input checked="" type="checkbox"/> BiOn	Academic Year : 2025 / 2026
Exam Type* : Onsite / Online / Take Home	Faculty / Dept. : BINUS Online Learning
Day / Date** : Senin, 09 Februari 2026 s.d. Senin, 16 Februari 2026	Code - Course : ISYE6284037 - Cognitive Ergonomics
Time** : 00:00 WIB s.d. 12:00 WIB (Siang)	Class : All Classes
Exam Specification*** : <input checked="" type="checkbox"/> Open Book <input type="checkbox"/> Close Book <input checked="" type="checkbox"/> Open E-Book	<input checked="" type="checkbox"/> Open Notes <input type="checkbox"/> Oral Test
Equipment*** :	Student ID*** : 2802536146
<input type="checkbox"/> Examination Booklet <input checked="" type="checkbox"/> Calculator <input type="checkbox"/> Dictionary	<input checked="" type="checkbox"/> Laptop <input type="checkbox"/> Tablet <input type="checkbox"/> Smartphone
<input type="checkbox"/> Drawing Paper - A3 <input type="checkbox"/> Drawing Paper - A2 <input type="checkbox"/> Notes : _____ sheet	Name*** : Asraf Muhammad Izzuddin Signature*** : 
*) Strikethrough the unnecessary items **) For Online Exam, this is the due date ***) Only for Onsite Exam	
Please insert the test paper into the examination booklet and submit both papers after the test. *** The penalty for CHEATING is DROP OUT!	

INSTRUCTION

Instruksi Ujian:

1. Soal ujian ini berbentuk Projek/Studi Kasus dan *Take Home Test* (THT) **dikerjakan secara individu.**
2. Silakan mensitasi karya/ pernyataan dari berbagai sumber tetapi tidak dengan *copy paste*, melainkan membaca dan menyimpulkan dari pernyataan sumber menggunakan kata-kata sendiri. Pastikan Anda menulis sumber tersebut, di akhir jawaban anda (seperti membuat laporan teknis).
3. Jawaban Anda akan dimasukkan ke dalam software Turnitin, untuk mengecek tingkat kesamaan dari sumber Internet, journal, buku dan rekan Anda.
4. Bila didapati kesamaan melebihi 20%, maka nilai anda akan dikurangi, bila sampai ada kesamaan yang sangat besar (lebih dari 75%), maka nilai ujian akan dinolkan karena tingkat plagiat yg tinggi. Plagiat dilarang oleh Binus University dengan konsekuensi dikeluarkan (**Drop Out**).
5. Bagi yang terlambat mengirimkan jawaban sesuai dari tanggal yang ditentukan, maka dianggap tidak hadir dan gagal.
6. Periksa kembali file yang dikirimkan, pastikan dapat dibuka. Jika file tidak dapat dibuka (**file corrupt**) maka dianggap **tidak mengerjakan UAS.**
7. Pastikan jawaban yang Anda kumpulkan sesuai dengan Matakuliah yang diujikan.
8. Tidak ada ujian susulan.
9. **Jika ada gambar, tabel, atau tulisan sebagian yang terpotong atau hilang saat di-download soal pdf. Silahkan lihat di LMS Binusmaya untuk tampilan lengkapnya.**

1. LO 1: the concept of Cognitive Ergonomics within the manufacturing and service industry. (20%)

[LO1: 20%] Soal No. 1

Lakukan analisis pada salah satu permasalahan yang berkaitan dengan Cognitive Ergonomics di lingkungan kerja (misalnya kesalahan operator akibat beban kognitif tinggi, gangguan perhatian, atau tampilan antarmuka yang tidak sesuai dengan prinsip persepsi manusia). Jelaskan penyebab utama permasalahan tersebut berdasarkan konsep human information processing dan attention, serta berikan rekomendasi perbaikan desain sistem kerja untuk mengurangi potensi kesalahan manusia.

Jawab:

Analisis Permasalahan

Salah satu permasalahan Cognitive Ergonomics di lingkungan kerja adalah kesalahan operator akibat beban kognitif tinggi. Dalam situasi kerja kompleks (misalnya operator pabrik mengawasi banyak panel atau pilot memantau berbagai instrumen), kapasitas pemrosesan informasi manusia sangat terbatas. Model human information processing klasik menjelaskan bahwa manusia memiliki

sumber daya kognitif terbatas (terbatasnya memori kerja dan perhatian) untuk menangani informasi yang masuk[1]. Ketika beban informasi yang harus diproses melebihi kapasitas tersebut, terjadilah cognitive overload (kelebihan beban kognitif) yang meningkatkan risiko kesalahan dan kegagalan kinerja[1]. Hal ini sejalan dengan temuan Wickens (1980) yang menunjukkan bahwa semakin banyak informasi yang harus diproses secara simultan, risiko overload dan kesalahan meningkat[1]. Contohnya, operator yang harus memantau banyak alarm sekaligus mungkin akan melewatkan beberapa sinyal penting karena perhatian terbagi. Penelitian Causse et al. (2016) menunjukkan bahwa dalam kondisi beban kognitif tinggi, operator dua kali lebih sering melewatkan alarm dibanding kondisi beban rendah[2]. Fenomena ini dikenal sebagai inattention blindness/deafness, di mana perhatian yang terfokus pada satu tugas membuat operator gagal melihat atau mendengar informasi lain yang penting. Dengan kata lain, distribusi perhatian yang terpecah akibat multitasking atau informasi berlebihan dapat mengganggu proses persepsi dan memori jangka pendek, sehingga langkah atau sinyal kritis terlewat.

Dari sudut pandang attention (perhatian), manusia memiliki keterbatasan dalam memproses banyak informasi secara bersamaan. Teori kapasitas perhatian (mis. Kahneman, 1973) menyatakan bahwa perhatian seperti sumber daya terbatas yang dialokasikan ke tugas-tugas yang bersamaan. Bila operator dipaksa membagi perhatian ke banyak hal, kualitas pemrosesan tiap hal menurun. Misalnya, saat operator multitasking (melakukan beberapa tugas sekaligus), fokusnya mudah terpecah. Coiera (2015) melaporkan bahwa jika seseorang terdistraksi atau terinterupsi oleh tugas lain di tengah pekerjaan, proses memori jangka pendeknya dapat terganggu karena beban kognitif berlebih, yang pada akhirnya menyebabkan kesalahan dalam eksekusi tugas[3]. Kesalahan ini bisa berupa slip (keliru menekan tombol), lapse (lupa melakukan langkah), atau misdiagnosis situasi karena perhatian tidak penuh.

Penyebab Utama Permasalahan

Berdasarkan konsep di atas, penyebab utama kesalahan manusia pada skenario ini adalah kapasitas kognitif yang terlampaui. Pertama, beban informasi yang terlalu tinggi (misalnya tampilan antarmuka menampilkan terlalu banyak data sekaligus atau prosedur kerja yang rumit) membebani working memory. Memori kerja manusia hanya mampu menyimpan sekitar 5-9 unit informasi sekaligus, dan durasi simpanannya singkat. Bila suatu tugas menuntut mengingat terlalu banyak informasi atau langkah, operator rentan lupa atau tertukar urutan. Kedua, perhatian terbagi (divided attention) dan gangguan perhatian (distraction) turut berperan. Operator yang harus mengawasi banyak hal rentan mengalami attention slip — fokusnya berpindah dan ia tidak memperhatikan detail tertentu yang krusial. Beban mental yang tinggi juga dapat menyebabkan kelelahan kognitif, menurunkan kewaspadaan (vigilance decrement), sehingga deteksi kesalahan atau kondisi abnormal menurun seiring waktu. Secara ringkas, keterbatasan kapasitas perhatian dan memori inilah yang menjadi akar permasalahan: ketika tuntutan tugas melebihi kapasitas tersebut, informasi tidak diproses dengan tuntas dan kesalahan manusia meningkat.

Rekomendasi Perbaikan Desain

Untuk mengurangi potensi kesalahan akibat beban kognitif tinggi, perlu dilakukan perbaikan desain sistem kerja yang mendukung keterbatasan kognitif manusia:

1. Mengurangi Beban Kognitif melalui Desain Antarmuka: Rancang antarmuka yang meminimalkan informasi yang harus diingat operator dan kurangi kerumitan tampilan. Prinsip “replace memory with visual information” dapat diterapkan dengan menyediakan pengingat visual atau otomatisasi untuk hal-hal yang semula harus diingat manual. Misalnya, tampilkan checklist langkah kerja di layar agar operator tidak perlu mengingat urutan dari memori. Informasi penting sebaiknya ditampilkan jelas dan ringkas, hindari informasi irrelevant yang membuat information overload. Dengan interaksi yang disederhanakan dan pengurangan densitas informasi, beban memori kerja dapat ditekan. Moore & Orn (2024) mencatat bahwa melalui desain yang baik, misalnya menyederhanakan interaksi dan mengurangi kepadatan informasi maka sistem dapat menurunkan beban kognitif, sehingga lebih banyak perhatian operator dapat dicurahkan pada tugas utama[1]. Upaya ini akan menurunkan kemungkinan overload dan kesalahan.
2. Menerapkan Prinsip Redundancy dan Saliency: Pastikan informasi atau alarm kritis disampaikan dengan isyarat ganda dan cukup mencolok. Misalnya alarm penting ditampilkan dengan sinyal visual menyala (berkedip merah) dan alarm bunyi, bukan hanya salah satunya. Prinsip redundancy gain menyatakan bahwa memberi kode informasi dalam berbagai bentuk akan meningkatkan kemungkinan terdeteksinya sinyal dengan benar, terutama di kondisi beban tinggi atau lingkungan sulit[4]. Selain itu, terapkan prinsip saliency, yaitu highlight informasi kritis dengan warna/ikon mencolok atau posisi yang mudah dilihat, sehingga mampu menarik perhatian otomatis (bottom-up) operator. Hal ini mencegah operator melewatkan sinyal penting ketika perhatian terpecah. Sebagai contoh, tombol darurat diberi warna merah terang dan berada di posisi paling atas, sesuai ekspektasi persepsi, sehingga menarik perhatian meski operator sibuk.
3. Mendukung Pemulihan dari Distraksi/Interupsi: Desain sistem yang toleran terhadap multitasking dan interupsi. Kesalahan sering terjadi saat operator terputus di tengah tugas lalu lupa melanjutkan. Untuk itu, antarmuka dapat memberikan cue visual tentang status terakhir sebelum terputus. Coiera (2015) menyarankan agar user interface menampilkan indikator konteks, seperti langkah proses yang sedang berjalan atau data sementara yang sudah diinput, sehingga setelah interupsi, operator mudah melanjutkan pekerjaan tanpa keliru[3]. Contohnya, dalam form input yang panjang, sistem dapat menyorot field terakhir yang diisi ketika operator kembali dari menangani alarm lain. Dengan bantuan environmental memory cues semacam itu, risiko kesalahan akibat lupa langkah dapat dikurangi.
4. Manajemen Beban Tugas dan Pelatihan: Dari sisi organisasi kerja, atur agar beban kognitif operator seimbang. Hindari situasi di mana satu operator harus memantau terlalu banyak parameter sekaligus tanpa bantuan. Bisa dengan membagi tugas pemantauan ke beberapa orang (team monitoring) atau menggunakan sistem pendukung keputusan otomatis untuk tugas rutin sehingga membebaskan kapasitas mental operator untuk hal yang lebih krusial. Pelatihan juga penting: latih operator teknik fokus atensi dan penggunaan sistem baru agar sebagian proses menjadi otomatis (mengurangi beban memori sadar). Semakin terlatih suatu tugas, beban kognitifnya berkurang karena bergeser ke pemrosesan otomatis.

Dengan menerapkan perbaikan di atas yang selaras dengan karakteristik pemrosesan informasi manusia, potensi kesalahan karena beban kognitif berlebih dapat diturunkan. Intinya, desain sistem kerja yang memahami keterbatasan perhatian dan memori, misalnya dengan menyederhanakan informasi, memberi isyarat jelas, dan membantu saat interupsi, akan membuat operator dapat bekerja pada beban mental yang lebih terkendali, sehingga kinerja lebih andal dan aman[1][3].

2. LO 2: issues related to Cognitive Ergonomics within industry (40%)

[LO2: 40%] Soal No. 2

PT. Nusantara Components adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi komponen otomotif. Dalam proses assembly, operator

sering mengalami kesalahan dalam membaca indikator suhu mesin dan tekanan hidrolis pada layar digital. Beberapa pekerja mengaku sulit membedakan perubahan warna indikator (hijau–kuning–merah) ketika sistem menunjukkan anomali, terutama saat bekerja di ruang dengan pencahayaan tinggi. Akibatnya, sering terjadi false alarm dan keterlambatan dalam pengambilan keputusan.

Analisis permasalahan yang terjadi pada kasus di atas dengan menggunakan konsep Cognitive Ergonomics, khususnya teori human information processing, perceptual principles, dan attention. Jelaskan penyebab utama kesalahan operator dari sudut pandang kognitif, serta berikan dua rekomendasi perbaikan desain tampilan (display design) atau lingkungan kerja yang dapat mengurangi kesalahan persepsi dan meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan.

Jawab:

Analisis Masalah Kasus PT. Nusantara Components

Operator di PT. Nusantara Components sering melakukan kesalahan membaca indikator suhu dan tekanan pada layar digital karena kesulitan membedakan warna indikator hijau–kuning–merah di bawah pencahayaan lingkungan yang sangat terang. Akibatnya, kerap terjadi false alarm (alarm palsu) dan keputusan terlambat diambil. Dari perspektif human information processing, masalah ini terjadi pada tahap persepsi visual dan atensi. Secara sederhana, mata operator menerima informasi warna dari layar, kemudian otak menerjemahkan warna tersebut sebagai status sistem (aman, waspada, bahaya). Namun, kondisi pencahayaan tinggi di lingkungan kerja mengganggu proses ini. Cahaya lingkungan yang terang dapat menyebabkan kontras tampilan berkurang drastis, warna di layar tampak pudar atau mirip satu sama lain. Prinsip ergonomi menyatakan bahwa tampilan harus memiliki kontras luminans dan perbedaan warna yang cukup agar elemen penting mudah dibedakan[5]. Dalam kasus ini, kemungkinan kontras antara hijau, kuning, dan merah tidak memadai untuk kondisi pencahayaan yang ada. Alhasil, perseptual confusion terjadi: hijau dan kuning mungkin tampak serupa (keduanya terlihat “putih kekuningan” di bawah silau), atau merah tidak cukup menyala untuk dibedakan dari kuning. Hal ini melanggar kaidah bahwa display harus dapat dibaca dan warna harus dapat dibedakan dalam kondisi pencahayaan yang diantisipasi[5]. Jika perbedaan warna tidak jelas, operator terpaksa mengandalkan tebakan atau fokus ekstra untuk membedakan, dan ini meningkatkan peluang kesalahan persepsi.

Dari sisi prinsip persepsi dan perhatian, ada beberapa hal yang menjelaskan penyebab kesalahan operator:

1. **Prinsip Legibility/Visibility:** Tampilan indikator warna di layar digital kemungkinan tidak cukup terlihat jelas dalam lingkungan terang. Ukuran atau brightness indikator mungkin tidak dioptimalkan, sehingga kontrasnya rendah terhadap cahaya sekitar. Prinsip desain menekankan bahwa faktor illumination dan contrast harus dijaga agar tampilan tetap jelas terlihat[4]. Bila layar kalah terang dengan lingkungan, operator harus menyipitkan mata atau mendekat untuk melihat, ini memperlambat deteksi visual dan rentan salah lihat.
2. **Keterbatasan Color Perception:** Manusia membedakan warna berdasarkan hue (rona), saturation (kejenuhan), dan brightness (kecerahan). Dalam kondisi sangat terang (misal sinar matahari kuat atau lampu terang mengenai layar), efek silau (glare) terjadi, mengurangi effective saturation dan brightness contrast dari warna tampilan. Hijau, kuning, merah bisa “tercuci” menjadi hampir sama terang dan kurang jenuh. Walaupun operator tidak buta warna, lingkungan menyebabkan distorsi persepsi warna. Situational lighting seperti ini dapat mengubah persepsi warna secara signifikan[6], membuat warna yang berbeda jadi tampak berada pada level persepsi yang sama. Jika hijau vs kuning tidak tampak jelas bedanya, prinsip discriminability (kemudahan dibedakan) telah dilanggar. Akibatnya operator mungkin mengira indikator masih hijau padahal sudah kuning (missed alert), atau sebaliknya mengira kuning sebagai merah (false alarm).
3. **Atensi dan Signal Detection:** Warna indikator berfungsi sebagai isyarat visual yang seharusnya menarik perhatian operator secara bottom-up ketika berubah (misal dari hijau ke kuning merah). Namun karena perbedaan warnanya redup, perubahan status tidak menonjol. Operator harus menggunakan atensi terarah (top-down), yakni dengan sengaja membaca angka atau label, untuk mengetahui keadaan sebenarnya. Ini memakan waktu lebih lama dan meningkatkan beban kognitif. Seringkali, operator mungkin tidak segera menyadari perubahan ke kuning karena warnanya nyaris sama dengan hijau dalam pandangan sekilas, perhatian mereka mungkin terfokus ke tugas lain (inattention blindness terhadap perubahan warna yang kurang mencolok). Selain itu, ketidakjelasan sinyal visual menurunkan kepercayaan operator pada apa yang dilihat. Mereka bisa ragu: “Apakah ini kuning atau masih hijau?” Keraguan ini menunda respons dan menghambat pengambilan keputusan (mereka butuh memastikan ulang, mendekat ke layar, dsb). Dalam kerangka Signal Detection Theory, tampilan dengan discriminability rendah antara status normal vs bahaya akan meningkatkan error rate: baik miss (alarm sebenarnya terjadi tapi tidak terdeteksi tepat waktu) maupun false alarm (membaca seolah alarm padahal tidak). Singkatnya, kekurangan desain ini membuat sinyal visual tidak mencapai ambang persepsi yang meyakinkan, sehingga operator kerap salah mengidentifikasi status.
4. **Prinsip Redundancy & Coding:** Masalah ini juga muncul karena sistem hanya mengandalkan kode warna tunggal untuk menyampaikan informasi kritis (normal/warning/bahaya). Warna merupakan kode visual, namun warna saja tidak boleh jadi satu-satunya cara penyampaian informasi krusial[5]. Dalam lingkungan yang menantang (terlalu terang) atau bagi orang dengan keterbatasan penglihatan warna, kode warna tunggal gagal. Idealnya, ada kode tambahan (misal simbol atau teks) untuk memastikan operator memahami kondisi dengan tepat meskipun warna sulit dibedakan. Dengan tiadanya redundant cue, kesalahan persepsi makin mungkin terjadi.

Penyebab Kesalahan Operator

Berdasarkan analisis di atas, penyebab utamanya adalah desain tampilan yang tidak sesuai prinsip persepsi manusia dan kondisi lingkungan. Layar digital tersebut gagal mengakomodasi karakteristik indera manusia: kontras warna tidak disesuaikan dengan pencahayaan tinggi, dan tidak ada elemen pendukung selain warna. Akibatnya, informasi visual tidak terproses dengan andal dalam human information processing. Pada tahap sensori, sinyal warna yang diterima mata ambigu; pada tahap persepsi, otak kesulitan memetakan warna ke makna (karena perbedaan hue yang subtle di bawah glare); pada tahap atensi, sinyal kurang menonjol sehingga sering terlewat atau butuh effort ekstra. Selain itu, kelebihan beban atensi terjadi karena operator harus fokus berlebihan untuk membedakan warna atau membaca angka indikator, alih-alih mendapat cues jelas. Ini membebani kognisi dan berpotensi mengganggu tugas lain. Konsekuensinya, operator membuat kesalahan persepsi (salah membaca status indikator) yang menjalar ke kesalahan keputusan (tindakan tidak tepat waktu atau tidak sesuai situasi sebenarnya).

Rekomendasi Perbaikan Desain

1. Tingkatkan Discriminability dengan Desain Tampilan yang Sesuai Persepsi: Perbaikan pertama adalah memodifikasi desain indikator di layar agar mudah dibedakan dalam segala kondisi cahaya. Pastikan prinsip visual discriminability terpenuhi: setiap status (hijau, kuning, merah) harus memiliki kontras luminans dan warna yang cukup satu sama lain[5]. Beberapa langkah konkret:
2. Pilih Skema Warna Berkontras Tinggi: Gunakan nuansa hijau, kuning, merah yang secara luminans berjauhan. Misal, hijau tua vs kuning terang vs merah menyala, sehingga bahkan dalam kondisi silau pun perbedaan gelap-terang dan hue masih terlihat. Selain itu, hindari kombinasi warna yang mudah tertukar. Setiap warna yang dikodekan sebaiknya memiliki "jarak kromatik" maksimum satu sama lain[5]. Dengan pemilihan warna yang tepat (misal hijau agak kebiruan, kuning menuju jingga, merah dengan komponen gelap lebih tinggi), operator dapat lebih mudah mengidentifikasi warna meski pencahayaan kuat.
3. Meningkatkan Kecerahan dan Menambah Kontras Layar: Jika memungkinkan secara hardware, gunakan layar dengan brightness tinggi atau mode sunlight-readable. Penambahan backlight kuat dan anti-reflective coating akan membantu layar melawan cahaya sekitar. Produsen layar sering menyarankan kombinasi polarizer khusus untuk meningkatkan sunlight readability[7]. Dengan layar lebih terang, rasio kontras antara indikator dan background meningkat, mempermudah persepsi warna.
4. Ukuran dan Letak yang Optimal: Perbesar ukuran ikon atau indikator agar mudah dilihat. Misalnya, lampu indikator (bulatan hijau/kuning/merah) dibuat lebih besar atau tebal. Menurut prinsip visibilitas, ikon harus cukup besar dalam sudut pandang operator[4]. Juga posisikan indikator kritis di area layar yang mudah dilihat (seperti pojok kiri atas untuk status terpenting, mengikuti kebiasaan pemindaian visual).
5. Penggunaan Color Labels atau Angka: Sebagai tambahan, sertakan label teks singkat di samping warna, misalnya "OK", "WARN", "FAIL" yang muncul berwarna kontras (hitam di atas latar kuning, dsb). Ini membantu memastikan jika warna kurang jelas, tulisan tetap terbaca dan maknanya dipahami.
6. Menerapkan Redundancy Gain dan Perbaikan Lingkungan: Usulan kedua adalah menambah isyarat redundan serta mengatur lingkungan kerja:
7. Redundansi dalam Kode Alarm: Seperti telah disinggung, warna jangan dijadikan satu-satunya kode. Terapkan prinsip redundansi dengan menambahkan bentuk atau sinyal lain. Contoh: indikator berkedip untuk status kritis (merah berkedip untuk bahaya tinggi), sedangkan status normal hijau statis. Kedipan lampu akan menarik perhatian meski warnanya kurang terlihat. Bisa juga menggunakan simbol berbeda: lingkaran hijau, segitiga kuning, dan persegi merah, sehingga bentuk geometris membantu pembedaan. Prinsip redundancy gain menunjukkan bahwa mengodekan informasi dengan lebih dari satu aspek (warna dan posisi atau bentuk) meningkatkan keberhasilan persepsi di kondisi terdegradasi[4]. Contoh klasik adalah lampu lalu lintas: posisi lampu (atas-tengah-bawah) plus warna menyampaikan informasi kondisi[4]. Demikian pula di panel operator, dapat ditempatkan tiga indikator berjejer (hijau di kiri, kuning tengah, merah kanan) agar posisinya turut memberi petunjuk. Selain itu, tambahkan alarm auditory untuk kondisi merah (misal bunyi buzzer saat suhu mencapai zona merah). Isyarat auditori ini akan sangat membantu atensi, karena manusia memiliki auditory preemption, bunyi alarm otomatis mencuri perhatian meski mata sibuk di tempat lain.
8. Penyesuaian Lingkungan dan Perawatan Tampilan: Kurangi dampak pencahayaan tinggi secara rekayasa lingkungan. Misal, pasang visor atau pelindung pada layar digital agar cahaya sekitar tidak langsung mengenainya (seperti kap bayangan). Atur ulang pencahayaan di ruangan/area tersebut: jika lampu menyilaukan panel, bisa diganti posisi atau intensitasnya. Pastikan level iluminasi sekitar sesuai spesifikasi tampilan; produsen biasanya menentukan tingkat pencahayaan maksimum agar warna masih terbaca[5]. Jika operasi di luar ruangan, mungkin perlu peneduh atau gunakan display khusus outdoor. Selain itu, jadwalkan kalibrasi rutin: pastikan layar dalam kondisi prima, kontrasnya terjaga.
9. Pengelompokan dan Prioritas Informasi: Karena operator mungkin kewalahan dengan banyak indikator, pertimbangkan desain ulang antarmuka agar hanya menonjolkan informasi penting. Misal, dalam mode normal, tampilkan hanya indikator hijau besar (karena semuanya aman). Begitu ada yang kuning, perlihatkan notifikasi jelas "Perhatian: Tekanan tinggi" agar operator tidak perlu menebak dari warna saja. Intinya, beri prioritas visual pada kondisi abnormal supaya cepat tertangkap perhatian (prinsip salience).

Dengan rekomendasi-rekomendasi di atas, seperti peningkatan discriminability tampilan dan penambahan redundansi serta kontrol lingkungan, diharapkan kesalahan persepsi dapat berkurang. Operator tidak lagi hanya mengandalkan warna halus di bawah silau, tetapi mendapat isyarat jelas melalui berbagai kanal. Warna pun akan lebih mudah dibedakan. Perubahan ini akan mempercepat pengambilan keputusan, karena operator lebih yakin menilai situasi (tidak tertunda oleh keraguan) dan alarm nyata tak lagi tertutup oleh "noise" visual. Sebagai penutup, prinsip ergonomi menekankan bahwa display harus terbaca dan warna dapat dikenali dalam segala kondisi operasional[5], dengan mengikuti prinsip tersebut, sistem akan lebih handal dan ramah bagi keterbatasan persepsi manusia.

3. LO 3: the concept of Cognitive Ergonomics within industry (40%)

[LO3: 40%] Soal No. 3

Sebuah perusahaan jasa logistik menggunakan digital dashboard untuk memonitor status pengiriman barang secara real-time. Dashboard ini menampilkan berbagai informasi seperti rute, waktu pengiriman, status kendaraan, dan laporan cuaca. Namun, setelah implementasi sistem baru, operator mengalami peningkatan beban mental dan tingkat kesalahan input data mencapai 15%. Evaluasi awal menunjukkan bahwa tampilan dashboard terlalu padat, dengan ikon kecil dan tidak berwarna kontras, serta tidak adanya prioritas informasi yang jelas.

Lakukan evaluasi efektivitas desain antarmuka digital dashboard tersebut dengan menggunakan prinsip usability dan display design dalam Cognitive Ergonomics. Jelaskan bagaimana tampilan yang tidak sesuai dapat meningkatkan mental workload dan menurunkan situation awareness. Selanjutnya, berikan saran perbaikan berbasis prinsip redundancy gain, minimizing information access cost, dan proximity compatibility.

Jawab:

Evaluasi Desain Dashboard Saat Ini

Sebuah perusahaan logistik menggunakan dashboard digital real-time untuk memantau operasional, namun desain antarmukanya bermasalah: informasi ditampilkan terlalu padat (high density), ikon-ikon berukuran kecil, warna kurang kontras, dan tidak ada prioritas informasi (semua elemen seolah sama penting). Akibatnya, operator mengalami peningkatan beban mental dan kesalahan input naik 15%. Dari perspektif usability dan prinsip desain tampilan (display design) dalam kognitif ergonomi, jelas bahwa dashboard ini tidak efektif mendukung kinerja manusia. Beberapa pelanggaran prinsip yang dapat diidentifikasi:

1. Prinsip Keterbacaan (Legibility): Informasi pada dashboard sulit dibaca karena ikon terlalu kecil dan warna kurang kontras dengan latar. Prinsip dasar tampilan adalah make display legible: kontras visual, ukuran font/ikon, dan kondisi pencahayaan harus diatur agar pengguna bisa dengan mudah melihat dan membaca elemen tampilan[4]. Ikon yang kecil dan warna pudar melanggar prinsip ini, sehingga operator perlu usaha ekstra (squinting atau mendekat) untuk mengenali ikon. Hal ini memperlambat kerja dan meningkatkan kelelahan mata. Selain itu, teks atau angka yang mungkin ada di dashboard tersebut kemungkinan juga kalah menonjol karena latar belakang sibuk atau warna yang kurang tepat.
2. Prinsip Beban Memori & Information Access Cost: Dashboard yang penuh sesak tanpa hirarki membuat operator harus mengingat letak informasi dan melakukan pencarian visual berulang. Information access cost merujuk pada “biaya” (dalam hal waktu dan usaha kognitif) untuk menemukan informasi yang dibutuhkan[4]. Pada dashboard ini, biaya akses informasi sangat tinggi, operator harus menyapu pandangan ke seluruh layar yang padat untuk menemukan data tertentu. Mungkin tidak ada pengelompokan yang jelas, sehingga tiap kali butuh info, operator seperti “mencari jarum dalam jerami”. Ini meningkatkan beban kerja mental (mental workload) karena memori kerja dipakai untuk mengingat lokasi item dan perhatian tersebar ke mana-mana. Penelitian menunjukkan bahwa kepadatan data yang tinggi dan tampilan berclutter akan menurunkan kinerja: pengguna membuat lebih banyak kesalahan dan waktu respons lebih lambat[8]. Dalam konteks ini, kenaikan kesalahan 15% sejalan dengan temuan tersebut, interface yang ruwet menyebabkan operator kerap salah klik atau input, mungkin karena salah memilih item di kerumunan elemen atau terlambat melihat informasi penting.
3. Tidak Ada Prioritas Informasi (Violasi Prinsip Saliency & Minimalism): Semua informasi ditampilkan serentak dan sama tampilannya (tanpa penekanan tertentu). Ini melanggar prinsip hierarchy of information. Dalam desain yang usable, informasi yang paling penting seharusnya ditampilkan paling menonjol (salient) atau ditempatkan pada posisi yang mudah dilihat terlebih dahulu. Pada dashboard ini, karena tidak ada perbedaan visual (misal tidak ada warna mencolok untuk alert, tidak ada ukuran font lebih besar untuk data kunci), operator sulit mengetahui apa yang harus diperhatikan duluan. Akibatnya situation awareness menurun, operator bisa saja melewati informasi kritis di antara tumpukan data sepele. Selain itu, prinsip minimalis dalam usability (seperti di heuristik Nielsen) menyarankan antarmuka tidak menampilkan informasi berlebihan yang tidak dibutuhkan saat itu. Informasi yang terlalu banyak pada satu layar cenderung membebani kognisi dan menyulitkan pengguna menentukan fokus.
4. Prinsip Proximity Compatibility yang Terabaikan: Informasi yang saling berhubungan tidak dikelompokkan dengan baik. Prinsip proximity compatibility menyarankan agar elemen yang perlu dibandingkan atau digunakan bersama didekatkan atau dikelompokkan[4]. Misal, data tentang pengiriman barang (jumlah paket, tujuan, status) seharusnya berdekatan dalam satu cluster, terpisah dari informasi lain (seperti indikator performa gudang). Jika dashboard menempatkan ikon dan data secara acak atau berdasarkan tabel kompleks tanpa pengelompokan logis, operator harus melompat-lompat perhatian antara bagian layar yang jauh untuk mengintegrasikan informasi. Ini mencederai aliran kognitif dan menyulitkan pembentukan gambaran utuh (situational awareness).

Akibat kombinasi masalah di atas, mental workload operator meningkat tajam. Operator harus mengolah banyak informasi secara simultan, mengingat lokasi data, dan berjuang menapis mana yang penting, semua ini menuntut kapasitas kognitif ekstra. Menurut teori, high mental workload cenderung berbanding terbalik dengan kinerja situational awareness: semakin tinggi beban mental, situational awareness (SA) cenderung menurun[9]. Studi Endsley & colleagues (2024) menemukan adanya korelasi negatif, di mana SA bisa turun ~20% saat workload meningkat[9]. Ini masuk akal karena otak operator sibuk dengan detail-detail mikro (misal mencari ikon kecil), sehingga gambaran besar situasi tidak terbentuk. Operator mungkin tahu banyak detail, tapi gagal melihat tren atau potensi masalah ke depan (losing the forest for the trees). Contohnya, karena terlalu fokus memasukkan data (dan berulang kali memperbaiki input yang salah), operator mungkin tidak sadar ada antrian pesanan yang menumpuk atau tidak menyadari suatu pengiriman terlambat, padahal itu krusial. Kurangnya prioritas info di dashboard berarti tidak ada peringatan yang memperingatkan operator akan hal-hal tersebut. Dengan demikian, situational awareness, yang mencakup perception (mengenali elemen penting), comprehension (memahami implikasi), dan projection (memprediksi perkembangan), tergerus oleh desain antarmuka yang buruk. Operator sulit memahami situasi real-time logistik secara menyeluruh karena informasi tidak tersaji dengan cara yang mendukung pengambilan keputusan cepat.

Saran Perbaikan Desain

Berdasarkan prinsip usability dan desain tampilan kognitif ergonomis, berikut adalah saran perbaikan yang mengacu pada prinsip redundancy gain, minimizing information access cost, dan proximity compatibility:

1. Terapkan Redundancy Gain untuk Informasi Penting: Pastikan setiap informasi krusial disampaikan dengan redundansi (gandaan isyarat) agar tidak terlewat dan mudah dipahami. Contoh langkah:
2. Gunakan warna kontras dan ikon yang bermakna secara bersamaan. Misal, status “terlambat” diberi ikon jam dengan warna merah. Jadi selain warna merah mencolok, bentuk ikon jam memberikan konteks waktu terlambat. Ini mengikuti prinsip redundancy gain, di mana kombinasi warna+simbol memperkuat penyampaian informasi[4].
3. Tambahkan label teks atau angka pada ikon kecil. Jika ikon sendiri sulit dibaca, nama atau angka disampingnya (misal “20 pengiriman tertunda”) akan mengkonfirmasi makna. Dengan begitu, operator tidak perlu mengingat arti setiap ikon atau warna; informasi tersedia dalam bentuk tekstual juga.
4. Untuk notifikasi atau alert kritis, sertakan pula notifikasi auditori atau pop-up. Misalkan terjadi error input, selain indikator visual kecil berubah, munculkan bunyi beep atau pesan pop-up “Input tidak valid”. Hal ini memastikan operator segera menyadari isu tanpa harus menemukannya secara manual di layar.
5. Contoh lain, bila dashboard menampilkan performa harian vs target, jangan hanya mengandalkan grafik kecil berwarna, beri

anotasi angka (% target tercapai) sehingga interpretasi data lebih mudah (pengguna tidak perlu menebak dari visual saja). Redundancy ini mengurangi beban kognitif dalam menerjemahkan visual.

6. Minimalkan Information Access Cost dengan Pengaturan Tampilan dan Prioritas: Tujuannya adalah membuat operator dapat memperoleh informasi penting dengan upaya seminimal mungkin. Beberapa upaya:
7. Desain Ulang Tata Letak (Layout) dengan Hierarki Jelas: Identifikasi informasi apa yang paling sering dibutuhkan atau paling kritis bagi operator. Letakkan informasi tersebut di posisi teratas atau tengah (pusat perhatian) dengan tampilan mencolok (misal ukuran lebih besar, warna latar berbeda). Informasi sekunder dapat dibuat lebih kecil atau dijadikan tersembunyi di balik tab/menu. Dengan demikian, operator tidak perlu mencari-cari info penting, karena sudah langsung terlihat. Prinsip ini menurunkan visual search time, yaitu bagian dari information access cost[4].
8. Kelompokkan Informasi Terkait (Dashboard Sectioning): Bagi dashboard menjadi beberapa panel atau segmen logis. Misal: panel kiri untuk status pengiriman (dengan sub-info: jumlah paket, keterlambatan, dll), panel kanan untuk performa gudang, panel bawah untuk log aktivitas terbaru. Memberi label judul pada tiap segmen membantu operator fokus pada satu area untuk satu jenis tugas. Ini juga mengurangi jarak pandang mata, karena data terkait sudah berdekatan.
9. Gunakan Prinsip "Less is More": Tampilkan hanya informasi yang diperlukan untuk tugas real-time. Informasi yang tidak relevan bisa dihilangkan atau dipindah ke halaman terpisah (on-demand). Misalnya, jika operator utamanya memantau pengiriman hari ini, data arsip minggu lalu tidak perlu terpampang terus, cukup sediakan tombol/link jika dibutuhkan. Dengan mengurangi clutter, tampilan menjadi lebih bersih dan informasi kunci lebih mudah ditemukan sekilas. Ognjanovic (2018) mencatat bahwa high data density berdampak negatif pada persepsi kegunaan; jadi mengurangi kepadatan akan meningkatkan usability dan kenyamanan pengguna[8].
10. Visual Encoding untuk Prioritas: Terapkan peringkat visual, misal gunakan highlight (warna terang atau ikon khusus) untuk nilai-nilai yang di luar batas normal. Sebagai ilustrasi, jika biasanya angka pesanan per jam ~100, ketika turun jauh di bawah normal, angka tersebut diberi background merah terang. Maka operator langsung melihat ada anomali tanpa harus membaca semua angka normal satu per satu. Ini ibarat prinsip salience: informasi terpenting dibuat paling menonjol, mengurangi usaha mencari.
11. Optimalkan Proximity Compatibility dan Interaksi: Pastikan elemen-elemen yang saling berhubungan ditata berdekatan atau diintegrasikan, dan antarmuka mendukung interaksi yang efisien:
12. Group by Task or Concept: Tata elemen sesuai mental model pekerjaan operator. Contoh, untuk memasukkan data pengiriman baru, semua field input dan info referensi (seperti sisa kapasitas armada, jadwal kurir) ditempatkan dalam satu jendela atau area. Jangan memaksa operator berpindah ke beberapa menu terpisah. Prinsip proximity compatibility mengatakan bahwa kedekatan fisik atau visual elemen akan meringankan beban mental dalam menggabungkan informasi[4]. Dengan grouping yang baik, operator dapat membaca situasi dengan lebih cepat karena otak lebih mudah menghubungkan data yang terlihat bersama.
13. Align Displays with Workflow: Urutkan tampilan mengikuti alur kerja. Misal, dari kiri ke kanan menampilkan tahap proses logistik: pesanan masuk -> diproses -> dikirim. Operator akan lebih mudah situational awareness-nya karena antarmuka mencerminkan kenyataan (prinsip pictorial realism). Ketika antarmuka sesuai ekspektasi dan flow-nya alami, operator tidak perlu berpikir keras "bagian mana dulu yang dicek", sehingga pekerjaan mental berkurang.
14. Kurangi Perpindahan Konteks: Jika operator harus membuka banyak jendela/modal, itu menambah access cost. Upayakan sebagian besar info dapat diakses dengan satu atau dua klik maksimum. Misal, gunakan fitur hover atau tool-tip, ketika kursor diarahkan ke ikon, muncul ringkasan info. Ini menghindarkan operator dari membuka halaman lain, sehingga informasi didapat lebih cepat dengan gangguan minimal.
15. Umpan Balik yang Jelas dan Bantuan Preventif: Dashboard harus memberi feedback segera atas input operator (misal tombol berubah warna saat diklik, atau pesan "tersimpan" muncul). Umpan balik ini mengurangi ketidakpastian yang bisa menambah beban pikiran. Selain itu, gunakan predictive aiding untuk membantu keputusan, misal highlight otomatis keterlambatan yang makin memburuk atau prediksi kapasitas gudang beberapa jam ke depan. Dengan bantuan prediktif, operator lebih mudah membentuk awareness ke depan tanpa menganalisis manual semua data.

Dengan perbaikan di atas, diharapkan beban mental operator menurun dan situation awareness meningkat. Dashboard yang dioptimalkan akan:

1. Menyajikan informasi penting secara jelas dan mudah diakses (berkat hierarki dan pengurangan clutter), sehingga operator dapat segera melihat apa yang butuh perhatian. Waktu pencarian informasi turun, kesalahan input akibat tergesa atau salah klik pun berkurang.
2. Mendukung kerja kognitif operator dengan pengelompokan logis dan isyarat redundan. Operator tidak lagi mengingat-ingat di mana data X berada, atau apa arti ikon Y, karena antarmuka menyediakannya secara intuitif. Ini membebaskan memori kerja untuk menganalisis makna informasi, bukan sekadar menemukannya.
3. Meningkatkan situational awareness karena antarmuka menonjolkan big picture. Operator dapat melihat kondisi agregat (misal persen pengiriman on-time) dengan jelas, sekaligus mendapat detail jika diperlukan lewat drill-down terstruktur. Hubungan antar informasi juga terlihat karena penataan yang berdekatan. Dengan workload yang lebih rendah, operator punya kapasitas mental untuk berpikir proaktif, memahami implikasi data dan mengambil keputusan lebih cepat. Penelitian mendukung bahwa menurunkan beban yang tidak perlu akan berdampak positif: ketika tampilan lebih transparan dan sesuai kebutuhan, SA operator meningkat seiring berkurangnya workload[10][9].

Secara keseluruhan, penerapan prinsip redundancy gain, minimization of access cost, dan proximity compatibility akan membuat dashboard lebih usable dan selaras dengan cara kerja kognitif manusia. Antarmuka yang ramah kognisi ini memungkinkan operator logistik bekerja dengan lebih efisien, lebih sedikit kesalahan, dan selalu menyadari situasi operasional terkini dengan optimal.[4][8][9]

Referensi:

1. Research Collective. Working Memory and Attentional Resources in Human Factors. <https://research-collective.com/working-memory-and-attentional-resources-in-human-factors/>
2. ScienceDirect. Effects of automation reliability on error detection and attention to auditory stimuli in a multi-tasking environment. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687020302519>
3. PMC. Technology, Cognition and Error. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4484254/>
4. ADAS Geek. The 13 Principles of Display Design. <https://adasgeek.wordpress.com/2009/10/12/the-13-principles-of-display-design/>
5. FAA Human Factors Considerations. 3.7 Color, Design and Evaluation of Flight Deck Displays and Controls. https://hfcc.dot.gov/publications/docs/GeneralGuidance/zz_FAA_GeneralGuidanceDoc_Chapter_03_Section_07.pdf
6. Reinecke, K. (2016). Enabling Designers to Foresee Which Colors Users Cannot See. https://wildlab.cs.washington.edu/Publications_files/ReineckeCHI2016.pdf
7. Phoenix Display. Key Things to Know About Sunlight-Readable Color Displays. <https://display.phoenixdisplay.com/blog/key-things-to-know-about-sunlight-readable-color-displays>
8. ResearchGate. Impact of Display Clutter on User Experience. https://www.researchgate.net/publication/325497103_Impact_of_Display_Clutter_on_User_Experience
9. ResearchGate. Divergence in Situation Awareness and Workload. https://www.researchgate.net/publication/385778799_Divergence_in_situation_awareness_and_workload
10. SAGE Journals. The Interplay between Situation Awareness (SA) and Cognitive Load. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/10711813251366286>