**Tanggapan Terhadap Reviewer 1**

Kami sangat berterima kasih atas tanggapan dari reviewer. Berbagai penyempurnaan telah kami lakukan sesuai masukan dari reviewer, perubahan pada draf dengan warna merah. Berikut adalah tanggapan kami terhadap komentar reviewer satu persatu.

**1. Komentar 1:**

“Hasil pengukuran pada studi laboratorium menunjukkan rentang pengukuran Critical Flicker Fusion Frequency (CFFF) pada 14-40 HZ, dengan rataan penurunan 5.3 Hz untuk aktivitas aritmatika kompleks dan 4.8 Hz untuk aktivitas critical reading. Pengukuran pada pengemudi bis malam menunjukkan rentang nilai CFFF adalah 18-40 Hz dengan rataan delta CFFF sebesar 8.97 Hz.” Perlu ada di Bagian Kesimpulan.

**Tanggapan:**

Sesuai saran dari reviewer, hal tersebut sudah dilengkapi pada bagian Kesimpulan

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan**

Kesimpulan (Paragraf 1)

Penelitian ini telah menghasilkan suatu produk usulan untuk pengukuran alat ukur kelelahan berbasis uji flicker. Metode pengembangan alat ukur yang diusulkan berangkat dari kerangka usulan konsep perancangan berbasis human factors dengan siklus meliputi evaluasi kondisi saat ini, rancangan konsep operasional, identifikasi kebutuhan pengguna, penentuan kriteria kinerja, penentuan kebutuhan sistem, perancangan prototipe, uji usabilitas dan uji akhir produk.

Hasil pengujian produk menunjukkan bahwa hasil produk rancangan sensitif terhadap kelelahan yang ditandai dengan perubahan nilai CFFF secara konsisten .

**Sesudah perbaikan**

Kesimpulan (Paragraf 2)

Penelitian ini telah menghasilkan suatu produk usulan untuk pengukuran alat ukur kelelahan berbasis uji flicker. Metode pengembangan alat ukur yang diusulkan berangkat dari kerangka usulan konsep perancangan berbasis human factors dengan siklus meliputi evaluasi kondisi saat ini, rancangan konsep operasional, identifikasi kebutuhan pengguna, penentuan kriteria kinerja, penentuan kebutuhan sistem, perancangan prototipe, uji usabilitas dan uji akhir produk.

Hasil pengukuran pada studi laboratorium menunjukkan rentang pengukuran Critical Flicker Fusion Frequency (CFFF) pada 14-40 HZ, dengan rataan penurunan 5.3 Hz untuk aktivitas aritmatika kompleks dan 4.8 Hz untuk aktivitas critical reading. Pengukuran pada pengemudi bis malam menunjukkan rentang nilai CFFF adalah 18-40 Hz dengan rataan delta CFFF sebesar 8.97 Hz.

Hasil pengujian produk menunjukkan bahwa hasil produk rancangan sensitif terhadap kelelahan yang ditandai dengan perubahan nilai CFFF secara konsisten .

**2. Komentar 2:**

Nilai berapa yang menunjukkan bahwa responden mengalami kelelahan? Nilai berapa yang dikatakan masih dalam batas aman?

**Tanggapan :**

Menurut Kroemer dan Grandjean [4], adanya penurunan nilai CFFF sebesar 0.5-6 Hz mengindikasikan adanya kelelahan yang dialami selama beraktivitas. Penurunan nilai CFFF yang cukup besar, dapat disebabkan oleh tingkat kelelahan (mental) yang dialami cukup tinggi. Selain itu, pekerjaan yang repetitif dan kondisi yang monoton, juga dapat mempengaruhi penurunan nilai flicker. Sementara, tidak adanya penurunan nilai CFFF mengindikasikan bahwa aktivitas yang dilakukan hanya membutuhkan usaha mental tingkat rendah hingga sedang (Kroemer dan Grandjean, [4]).

**Modifikasi :**

S**ebelum perbaikan**

Pendahuluan (Paragraf 2)

Frekuensi dari kondisi tersebut dinamakan CFFF (Kroemer dan Grandjean, [4]). Alat uji flicker juga dikembangkan mulai dari yang hanya bisa digunakan pada laboratorium hingga alat yang portabel seperti diusulkan oleh Saito [8].

**Sesudah Perbaikan**

Pendahuluan (Paragraf 2)

Nilai CFFF mempunyai satuan Hertz (Hz), yang dapat digunakan untuk mengukur efisiensi fungsi sistem saraf pusat atau ketanggapan sistem saraf (cortical arousal) (Kroemer dan Grandjean, [4]).

Tingkat kelelahan seseorang, khususnya kelelahan mental, dapat diukur dari waktu reaksi dan kondisi mata. Kemampuan mata dalam menerima stimulus dan memproses informasi diatur oleh sistem saraf pusat. Saat kemampuan mata mengalami penurunan dalam menangkap stimulus, yang ditandai dengan ketidakmampuan membedakan lampu berkedip serta waktu reaksi yang besar, mengindikasikan adanya penurunan kinerja sistem saraf pusat dan kelelahan (Saito, [9]). Individu yang mengalami kelelahan akan memiliki nilai CFFF lebih rendah dibandingkan individu normal (Kulinski, *et al.*., [5]).

Menurut Kroemer dan Grandjean [4], adanya penurunan nilai CFFF sebesar 0,5 – 6,0 Hz mengindikasikan adanya kelelahan yang dialami selama beraktivitas. Penurunan nilai CFFF yang cukup besar dapat disebabkan oleh tingkat kelelahan (mental) yang dialami cukup tinggi. Selain itu, pekerjaan yang berulang dan kondisi yang monoton, juga dapat mempengaruhi penurunan nilai flicker. Sementara itu, tidak adanya penurunan nilai CFFF mengindikasikan bahwa aktivitas yang dilakukan hanya membutuhkan usaha mental tingkat rendah hingga sedang (Kroemer dan Grandjean, [4]).

**3. Komentar 3:**

Mengapa tahapan identifikasi kebutuhan dan penentuan kriteria dibuat pararel**?**

**Tanggapan:**

Tahap konsep operasional dan identifikasi kebutuhan dilakukan bersamaan karena keduanya independen. Konsep operasional didasarkan pada kebutuhan atau sasaran yang ingin dibuat berbentuk *product statement*. Sementara identifikasi kebutuhan produk dilakukan dengan menggali informasi dari aspek manusia sebagai pengguna produk. Keduanya digabung menghasilkan spesifikasi produk. Hal yang sama terkait dengan penentuan kriteria dan pengembangan prototipe, dimana keduanya adalah saling independen.

Revisi sudah kami lakukan agar lebih mudah dipahami oleh pembaca nantinya.

**Modifikasi:**

S**ebelum perbaikan**

Pengembangan Alat Ukur (Paragraf 2 dan 3)

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi kondisi saat ini, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Tahapan selanjutnya adalah identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan aspek kelebihan, kekurangan, serta sifat khusus dari calon pengguna produk. Informasi terkait konsep operasional dan identifikasi kebutuhan pengguna digunakan untuk menentukan kebutuhan sistem.

Tahapan selanjutnya adalah penentuan kriteria performansi yang hendak dicapai dan penerjemahan konsep produk menjadi prototipe sederhana. Kemudian dilakukan uji usabilitas untuk memastikan aspek usabilitas produk dan melihat kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Setelah lulus uji usabilitas, dilakukan pengujian performansi yang dilakukan pada eksperimen di laboratorium dan pengujian di lapangan.

**Sesudah Perbaikan**

Pengembangan Alat Ukur (Paragraf 2 dan 3)

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi alat ukur eksisting, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Bersamaan dengan penjabaran kebutuhan konsep operasional dilakukan identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan karakteristik pengguna. Hasil kedua proses ini adalah spesifkasi kebutuhan sistem. Tahapan selanjutnya adalah penentuan kriteria performansi yang hendak dicapai yang digali dari benchmark sebagai dasar uji usabilitas dan penerjemahan konsep produk menjadi prototipe sederhana. Beberapa tahapan dapat dilakukan paralel karena tidak terkait

**4. Komentar 4:**

Apa resikonya jika hanya frekuensi naik?

**Tanggapan:**

Konsep flicker berbasiskan rata-rata dari konsep frekuensi *ascending* dan *descending* yang dianggap mampu meminimasi bias dari pengguna. Tentu saja, jika hanya frekuensi naik dapat menjadikan alat tidak lagi valid dan sensitif.

**Modifikasi:**

S**ebelum perbaikan**

Tabel 1. Hasil Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Dimensi** | **Yagami Scientific Instrument Mfg** | **Saito [8]** |
|  |  |
| 1 | Kinerja Fungsional | | |
| Mekanisme flicker | Uji dengan frekuensi *flicker* naik dan turun | Uji dengan frekuensi *flicker* naik |

**Sesudah Perbaikan**

Tabel 1. Hasil Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Dimensi** | **Yagami Scientific Instrument Mfg** | **Saito [9]** |
|  |  |
| 1 | Kinerja Fungsional | | |
| Mekanisme flicker | Uji dengan frekuensi *flicker* naik dan turun.  Kombinasi ini mampu meminimasi bias hasil pengukuran jika pengguna cendrung memberikan respons melewati batas *threshold* | Uji dengan frekuensi *flicker* naik  Hasil pengukuran dapat bias jika pengguna cendrung memberikan respons melewati batas *threshold* |

**5. Komentar 5:**

Apa yang ditampilkan pada alat ini?

**Tanggapan:**

Umpan balik merupakan salah satu solusi untuk mengatasi bias akibat kecendrungan pengguna yang baru memberikan respon melewati batas *threshold*. Sehingga dalam usulan alat yang baru, terdapat tiga lampu LED yang aktif secara random. Pengguna diminta memberikan feedback sesuai dengan lampu yang aktif dengan frekuensi yang terus meningkat (*ascending*). Revisi sudah dilakukan pada draf.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Tabel Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Ketersediaan umpan balik hasil uji | Umpan balik ditampilkan dalam tampilan analog. Rentang nilai CFFF 0-50 Hz | Tidak ada umpan balik mengenai nilai CFFF |

**Sesudah perbaikan** Tabel Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Ketersediaan umpan balik hasil uji | Tidak ada umpan balik untuk memastikan respons pengguna adalah tidak bias | Tidak ada umpan balik untuk memastikan respons pengguna adalah tidak bias |

**6. Komentar 6:**

Detail dimensi dan berat

**Tanggapan:**

Sudah dilengkapi penjelasan mengenai ukuran dimensi alat dan berat

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Tabel Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kemudahan dibawa | Tidak portabel dan memiliki dimensi besar | Portabel dan mudah dibawa |

**Sesudah perbaikan** Tabel Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kemudahan dibawa | Tidak portabel dan memiliki dimensi besar  Apparatus berukuran 36 (panjang) X 26 (lebar) X 25 (tinggi) cm dengan berat 7 kg. | Portabel dan mudah dibawa  Apparatus berukuran 57(panjang) x 207(lebar) x 17(tinggi) mm. |

**7. Komentar 7:**

Maksud dari lampu indikator sebagai fitur tambahan produk Yagami Mfg?

**Tanggapan:**

Lampu indikator yang digunakan untuk menunjukkan *flicker* memiliki warna oranye dengan latar belakang putih. Jumlah lampu indikator yang digunakan sebagai stimulus hanya terdapat satu.

**8. Komentar 8 dan 9:**

Indikator apa, data apa dan berapa banyak yang disimpan?

**Tanggapan:**

Lampu indikator dihapus karena tidak relevan. Data yang dapat tersimpan adalah nilai CFFF hasil pengukuran. Alat ini hanya mampu menyimpan lima data nilai CFFF terakhir (Murata [7]).

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Tabel Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fitur tambahan | Lampu indikator. | Dapat menyimpan data |

**Sesudah perbaikan** Tabel Evaluasi Alat Ukur Saat ini

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fitur tambahan | - | Dapat menyimpan data. Data yang dapat tersimpan adalah nilai CFFF hasil pengukuran dengan kapasitas lima data nilai CFFF terakhir (Murata [7]) |

**9. Komentar 10:**

Rancangan ini seharusnya menjawab kekurangan yang ada dari desain sebelumnya… belum terlihat hubungan evaluasi sebelumnya

**Tanggapan:**

Telah dilengkapi dengan penjelasan mengenai keterkaitan dengan hasil evaluasi produk sebelumnya

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan**

Paragraf pertama Rancangan Konsep Operasional

Konsep produk merupakan hasil penurunan ide produk yang dijabarkan menjadi fungsi dasar produk. Hal tersebut akan menjadi dasar dalam melakukan pengembangan produk (Chapanis, [2]). Fungsi dasar produk yang hendak dikembangkan adalah sebagai berikut:

**Sesudah perbaikan**

Paragraf pertama Rancangan Konsep Operasional

Konsep produk merupakan hasil penurunan ide produk yang dijabarkan menjadi fungsi dasar produk. Hal tersebut akan menjadi dasar dalam melakukan pengembangan produk (Chapanis, [2]). Rancangan konsep operasional ini menjawab kekurangan yang ada dari produk buatan Yagami Scientific Instrument Mfg dan *portable fatigue meter* yang diusulkan Saito [9]. Kelemahan dari produk buatan Yagami Scientific Instrument Mfg adalah tidak *portable* dan tidak memiliki mekanisme umpan balik. Sementara kelemahan dari *portable fatigue meter* yangdiusulkan oleh Saito [9] adalah tidak memiliki mekanisme umpan balik.

**10. Komentar 11:**

Siapa target penggunanya? Apa karakteristik pekerjaan yang dilakukan? 5W1H dari target pengguna akan menentukan kebutuhan mereka.

**Tanggapan:**

Telah dilengkapi dengan penjelasan potential user calon pengguna alat hasil rancangan, yaitu pekerjaan yang memiliki beban kerja fisik, mental dan tekanan waktu seperti pegawai kantoran, operator, pengemudi, masinis, pilot, dan lainnya.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan**

Paragraf kedua Rancangan Konsep Operasional

Targetnya adalah produk yang akan dibuat memiliki fungsi produk yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Untuk itu diperlukan identifikasi kebutuhan pengguna.

**Sesudah perbaikan**

Paragraf kedua Rancangan Konsep Operasional

Targetnya adalah produk yang akan dibuat memiliki fungsi produk yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna, pekerja industri dengan risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat kelelahan, misalnya pengemudi, pekerja konstruksi, pekerja tambang, dll. Alat akan digunakan di lapangan industri.

**11. Komentar 12:**

Bukankah flicker test lebih ke visual? Apa fungsi stimuli suara? Apakah tidak akan membuat bias hasil test visual?

**Tanggapan:**

Stimuli suara diperlukan untuk memberikan informasi kepada responden kapan perlu menekan tombol input. Dalam rancangan sistem memberikan tanda kepada responden untuk menekan tombol input berupa bunyi buzzer. Buzzer berbunyi secara periodik. Tidak perlu dilakukan perubahan pada draf.

**12. Komentar 13:**

Tunjukkan hubungan penentuan kebutuhan sistem dengan kebutuhan pengguna

**Tanggapan:**

Informasi kebutuhan pengguna akan menjadi masukan dalam merancang kebutuhan sistem, baik dari aspek operasional, fungsional maupun fisikal. Revisi dan penyempurnaan sudah dilakukan. Deskripsi keterkaitan kebutuhan sistem dengan kebutuhan pengguna diperlihatkan pada Tabel 2 (Penentuan Kebutuhan Sistem)

**Modifikasi:**

Tabel Penentuan Kebutuhan Sistem **sebelum perbaikan**

| **Operasional** | **Fungsional** | **Fisikal** |
| --- | --- | --- |
| Alat dapat disiapkan dan digunakan dengan cepat | Jumlah instruksi dan operasi yang diperlukan untuk mempersiapkan dan menggunakan alat minimum | Mekanisme kendali alat minimum |
| Cara penggunaan alat sejalan dengan intuisi pengguna |  | Disain alat memungkinkan penggunauntuk menggunakan alat secara alamiah |
| Pengguna hanya dapat merespons jika diperkirakan masih dapat membedakan stimuli | Terdapat mekanisme menilai bahwa respon pengguna salah | Menampilkan status jawaban pada LCD dan menghentikan alat jika *stopping rule* terpenuhi |
| Tidak ada perubahan efektivitas pemberian respon ketika digunakan oleh tangan kanan atau kiri |  | Rancangan alat kendali pemberian respon harus *ambidextrous* |
| Antar muka untuk memberikan respon dapat diaktifkan baik dengan dipencet maupun ditekan |  | Alat kendali dapat menahan tekanan dengan baik |
| Posisi dan orientasi sudut sumber stimulus disesuaikan dengan posisi dan orientasi mata responden | Posisi dan orientasi sudut sumber stimulus dapat disesuaikan | Terdapat mekanisme pengaturan posisi dan orientasi sudut stimulus |
|  | Menampilkan status dan keterangan untuk memudahkan penggunaan | Alat disertai petunjuk penggunaan dan instruksi yang telah direkam sebelumnya |
| Digunakan pada jarak pandang normal |  | Layar kendali terlihat dengan jelas pada jarak pandang normal |
| Dapat digunakan pada orang yang buta warna ataupun tidak |  | Informasi pada layar kendali dapat dicerna bahkan oleh orang yang buta warna |
|  | Menghasilkan parameter kelelahan | Dilengkapi dengan skala/standar kelelahan |
| Alat hanya membutuhkan perawatan minimum |  | Perawatan minimum yang diperlukan terbatas pada penggunaan sumber daya |
| *Assessor* dapat menyesuaikan tingkat pencahayaan agar sesuai dengan *pengguna* | Menyediakan mekanisme pengaturan tingkat pencahayaan sumber stimulus | Menyediakan komponen pengendali tingkat pencahayaan dan kejelasan stimulus |

**Sesudah perbaikan** Tabel Penentuan Kebutuhan Sistem

| **Kebutuhan Pengguna** | **Operasional** | **Fungsional** | **Fisikal** |
| --- | --- | --- | --- |
| Alat dapat digunakan dengan mudah | Alat dapat disiapkan dan digunakan dengan cepat | Jumlah instruksi dan operasi yang diperlukan untuk mempersiapkan dan menggunakan alat minimum | Mekanisme kendali alat minimum |
| Cara penggunaan alat sejalan dengan intuisi pengguna |  | Disain alat memungkinkan penggunauntuk menggunakan alat secara alamiah |
| Alat mampu membedakan apakah pengguna hanya menebak atau memang masih bisa merespon dengan benar | Pengguna hanya dapat merespons jika diperkirakan masih dapat membedakan stimuli | Terdapat mekanisme menilai bahwa respon pengguna salah | Menampilkan status jawaban pada LCD dan menghentikan alat jika *stopping rule* terpenuhi |
| Mampu digunakan secara objektif |
| Alat kendali untuk memberikan respon nyaman digunakan oleh tangan | Tidak ada perubahan efektivitas pemberian respon ketika digunakan oleh tangan kanan atau kiri |  | Rancangan alat kendali pemberian respon harus *ambidextrous* |
| Pengasosiasian sumber stimulus dengan alat kendali untuk memberikan respon dapat digunakan dengan mudah dan benar | Antar muka untuk memberikan respon dapat diaktifkan baik dengan dipencet maupun ditekan |  | Alat kendali dapat menahan tekanan dengan baik |
| Mampu dilihat dalam jarak pandang mata normal dan dapat dilihat oleh buta warna atau tidak | Posisi dan orientasi sudut sumber stimulus disesuaikan dengan posisi dan orientasi mata responden | Posisi dan orientasi sudut sumber stimulus dapat disesuaikan | Terdapat mekanisme pengaturan posisi dan orientasi sudut stimulus |
| Digunakan pada jarak pandang normal |  | Layar kendali terlihat dengan jelas pada jarak pandang normal |
| *Assessor* dapat menyesuaikan tingkat pencahayaan agar sesuai dengan *pengguna* | Menyediakan mekanisme pengaturan tingkat pencahayaan sumber stimulus | Menyediakan komponen pengendali tingkat pencahayaan dan kejelasan stimulus |
| Informasi dalam layar kendali mudah untuk dicerna dan dilihat |  | Menampilkan status dan keterangan untuk memudahkan penggunaan | Alat disertai petunjuk penggunaan dan instruksi yang telah direkam sebelumnya |
| Mampu dilihat dalam jarak pandang mata normal dan dapat dilihat oleh buta warna atau tidak | Dapat digunakan pada orang yang buta warna ataupun tidak |  | Informasi pada layar kendali dapat dicerna bahkan oleh orang yang buta warna |
| Memiliki stimuli suara, dapat digunakan di lingkungan yang bising |
| Proses interpretasi dan penarikan kesimpulan terhadap hasil assesmen dengan mudah dilakukan |  | Menghasilkan parameter kelelahan | Dilengkapi dengan skala/standar kelelahan |
| Alat dapat digunakan dengan mudah | Alat hanya membutuhkan perawatan minimum |  | Perawatan minimum yang diperlukan terbatas pada penggunaan sumber daya |

**13. Komentar 14:**

Kriteria performansi produk harus berdasarkan kebutuhan… 1 kebutuhan bisa dijawab dengan beberapa criteria, atau beberapa kebutuhan bisa dijawab dengan 1 kriteria. Tetapi hubungan antara kebutuhan dan kriteria harus ada.

**Tanggapan:**

Deskripsi keterkaitan kebutuhan sistem dengan kriteria performansi produk diperlihatkan pada Tabel 3 (Daftar Kriteria Performansi Hasil Rancangan). Penyempurnaan sudah dilakukan.

**Modifikasi:**

Tabel Daftar Kriteria Performansi Hasil Rancangan **sebelum perbaikan**

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Kriteria** |
| 1 | 100% pengguna dapat menggunakan alat dengan benar setelah diberi instruksi dan latihan maksimal 2 kali |
| 2 | 100% pengguna dapat melihat sinyal dalam jarak 30 cm |
| 3 | 100% pengguna dapat menangkap stimulus |
| 4 | Tingkat kesalahan jawab maksimal 10% |
| 5 | Dapat digunakan dengan baik pada kondisi kebisingan 20-80 dB |
| 6 | Dilengkapi dengan *headset* / *earphone* |
| 7 | Waktu persiapan dan penggunaan kurang dari 3 menit |
| 8 | 100% penggunaberhenti saat memang tidak mampu lagi menangkap stimulus |
| 9 | 90% penggunamerasa dapat menggunakan alat kendali dengan nyaman |
| 10 | 100% penggunadapat menggunakan alat pemberian respon sesuai dengan kehendak mereka |
| 11 | 100% pengguna dapat mengasosiakan dengan benar pada percobaan pertama |
| 12 | Posisi dan orientasi sudut sumber stimulus dapat disesuaikan 100% dengan responden |
| 13 | 90% *assessor* dapat menggunakan alat dengan baik setelah membaca petunjuk dan instruksi penggunaan |
| 14 | Terdapat skala/standar kelelahan |
| 15 | Maksimal perawatan rutin yang perlu dilakukan adalah penggantian sumber daya |
| 16 | Terdapat rekaman petunjuk/instruksi penggunaan alat yang standar |
| 17 | 100% *assessor* dapat menggunakan alat dengan benar setelah diberi instruksi dan latihan maksimal 2 kali |
| 18 | Terdapat komponen pengendali tingkat pencahayaan dan kejelasan stimulus |

**Sesudah perbaikan** Tabel Daftar Kriteria Performansi Hasil Rancangan

| **Kebutuhan Sistem** | **Kriteria** |
| --- | --- |
| Jumlah instruksi dan operasi yang diperlukan untuk mempersiapkan dan menggunakan alat minimum | 100% pengguna dapat menggunakan alat dengan benar setelah diberi instruksi dan latihan maksimal 2 kali |
| Alat disertai petunjuk penggunaan dan instruksi yang telah direkam sebelumnya |
| Layar kendali terlihat dengan jelas pada jarak pandang normal | 100% pengguna dapat melihat sinyal dalam jarak 30 cm |
| Posisi dan orientasi sudut sumber stimulus dapat disesuaikan | 100% pengguna dapat menangkap stimulus |
| Menyediakan mekanisme pengaturan tingkat pencahayaan sumber stimulus |
| Terdapat mekanisme menilai bahwa respon pengguna salah | Tingkat kesalahan jawab maksimal 10% |
| Memiliki stimuli suara | Dapat digunakan dengan baik pada kondisi kebisingan 20-80 dB |
| Dilengkapi dengan *headset* / *earphone* |
| Jumlah instruksi dan operasi yang diperlukan untuk mempersiapkan dan menggunakan alat minimum | Waktu persiapan dan penggunaan kurang dari 3 menit |
| Pengguna hanya dapat merespons jika diperkirakan masih dapat membedakan stimuli | 100% penggunaberhenti saat memang tidak mampu lagi menangkap stimulus |
| Menampilkan status jawaban pada LCD dan menghentikan alat jika *stopping rule* terpenuhi |
| Tidak ada perubahan efektivitas pemberian respon ketika digunakan oleh tangan kanan atau kiri | 90% penggunamerasa dapat menggunakan alat kendali dengan nyaman |
| 100% penggunadapat menggunakan alat pemberian respon sesuai dengan kehendak mereka |
| Antar muka untuk memberikan respon dapat diaktifkan baik dengan dipencet maupun ditekan | 100% pengguna dapat mengasosiakan dengan benar pada percobaan pertama |
| Terdapat mekanisme pengaturan posisi dan orientasi sudut stimulus | Posisi dan orientasi sudut sumber stimulus dapat disesuaikan 100% dengan responden |
| Menyediakan komponen pengendali tingkat pencahayaan dan kejelasan stimulus | Terdapat komponen pengendali tingkat pencahayaan dan kejelasan stimulus |
| Alat disertai petunjuk penggunaan dan instruksi yang telah direkam sebelumnya | 90% *assessor* dapat menggunakan alat dengan baik setelah membaca petunjuk dan instruksi penggunaan |
| 100% *assessor* dapat menggunakan alat dengan benar setelah diberi instruksi dan latihan maksimal 2 kali |
| Terdapat rekaman petunjuk/instruksi penggunaan alat yang standar |
| Dilengkapi dengan skala/standar kelelahan | Terdapat skala/standar kelelahan |
| Perawatan minimum yang diperlukan terbatas pada penggunaan sumber daya | Maksimal perawatan rutin yang perlu dilakukan adalah penggantian sumber daya |

**14. Komentar 15:**

Perlu ada concept generation dan concept selection terlebih dahulu sebelum masuk ke prototipe. Karena tidak mungkin tiba-tiba muncul sebuah desain

**Tanggapan:**

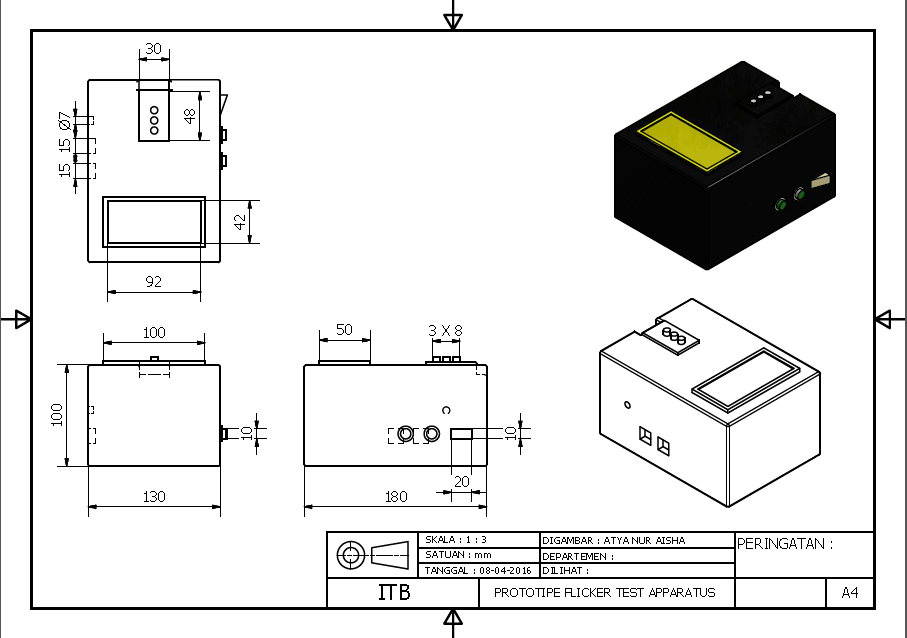
Pembangkitan konsep produk dan pemilihan konsep produk telah diakomodasi pada saat pengembangan kebutuhan sistem, yang didasarkan pada rancangan konsep operasional dan identifikasi kebutuhan pengguna. Karena untuk menurunkan konsep terpilih dilakukan pada saat mengidentifikasi kebutuhan sistem dan fungsi sistem yang akan didukung oleh alat yang dikembangkan.

**15. Komentar 16:**

Berikan gambar teknis yang dilengkapi dengan keterangan fungsi dan dimensi setiap bagian

**Tanggapan:**

Gambar teknis untuk bentuk prototipe rancangan alat, diperlihatkan pada gambar berikut dan telah ditambahkan pada lampiran.



**16. Komentar 17:**

Berapa responden? Apa background dari responden? Apakah background sama dengan target pengguna di awal? Bagaimana tahapan melakukan uji ini? Penjelasan seperti apa yang diberikan kepada responden? Bagaimana cara mendata respon dari setiap responden? Apakah kuisioner atau wawancara atau apa? Sehingga hasil uji ini dapat dipercaya.

**Tanggapan:**

Uji usabilitas dilakukan dilingkungan laboratorium dengan responden berlatar belakang pekerja administrasi. Hal ini sesuai dengan karakteristik calon pengguna, dimana pekerjaan dari calon pengguna memiliki beban kerja fisik mental dan tekanan waktu. Uji usabilitas dilakukan dengan menjalankan beberapa skenario pengguna alat, dengan melibatkan dua peran utama yaitu observer dan responden. Pendataan respon dilakukan dari hasil wawancara dan pengamatan terhadap *critical incident* selama responden menggunakan alat berdasarkan skenario yang telah disusun. Revisi sudah dilakukan namun tidak bisa detil karena keterbatasan jumlah halaman.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan**

Paragraf pertama Pengujian Usabilitas

Pengujian usabilitas dilakukan bertujuan untuk memastikan produk bersifat user friendly dan mengetahui apakah ada kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Hasil uji usabilitas mencatat beberapa *critical incident* berikut:

**Sesudah perbaikan**

Paragraf pertama Pengujian Usabilitas

Pengujian usabilitas dilakukan bertujuan untuk memastikan produk bersifat user friendly dan mengetahui apakah ada kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Uji usabilitas dilakukan dilingkungan laboratorium dengan responden berlatar belakang pekerja administrasi. Hal ini sesuai dengan karakteristik calon pengguna, dimana pekerjaan dari calon pengguna memiliki beban kerja fisik mental dan tekanan waktu. Uji usabilitas dilakukan dengan menjalankan beberapa skenario pengguna alat, dengan melibatkan dua peran utama yaitu observer dan responden. Pendataan respon dilakukan dari hasil wawancara dan pengamatan terhadap *critical incident* (temuan ketidaksesuaian rancangan) selama responden menggunakan alat berdasarkan skenario yang telah disusun. Hasil uji usabilitas mencatat beberapa *critical incident* berikut:

**17. Komentar 18:**

Jelaskan perubahan yang dilakukan pada perbaikan prototype?

**Tanggapan:**

Bagian LED dibuat lebih menonjol agar responden dapat memahami, bahwa LED dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan yang mudah diterima oleh responden.

Tombol kontrol input dibuat pada bagian pinggir untuk mempermudah proses menekan pada saat alat digenggam.

Pada saat prototipe, layar display dibuat sejajar dengan lampu. Kondisi ini membuat pengamat tidak dapat memahami tampilan informasi di LCD secara langsung. Oleh karena itu, tampilan di LCD dibuat lebih miring agar kondisi responden dapat langsung diketahui.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Paragraf kedua Pengujian Usabilitas

Setelah mengetahui hasil uji usabilitas, selanjutnya dilakukan rancangan disain prototipe dengan mempertimbangkan hasil uji usabilitas. Kondisi ini membuat pengamat dapat mengetahui kondisi responden secara langsung. Rancangan produk jadi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.

**Sesudah Perbaikan** Paragraf kedua Pengujian Usabilitas

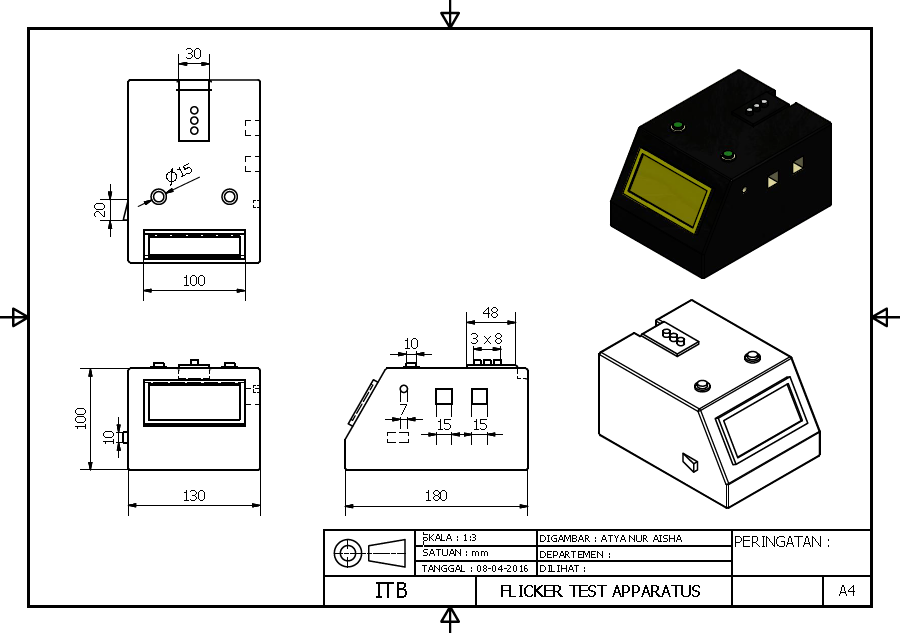
Setelah mengetahui hasil uji usabilitas, selanjutnya dilakukan rancangan disain prototipe dengan mempertimbangkan hasil uji usabilitas. Beberapa poin perbaikan yang dilakukan pada perancangan produk jadi antara lain bagian LED dibuat lebih menonjol, LED dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan yan**g mudah diterima oleh responden,** tombol kontrol input dibuat terpisah seperti remote, serta tombol input diletakkan pada bagian pinggir untuk mempermudah proses penekanan pada saat alat digenggam**,** serta membuat LCD lebih miring, tidak lagi sejajar dengan lampu. Kondisi ini membuat pengamat dapat mengetahui kondisi responden secara langsung. Rancangan produk jadi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.

**18. Komentar 19:**

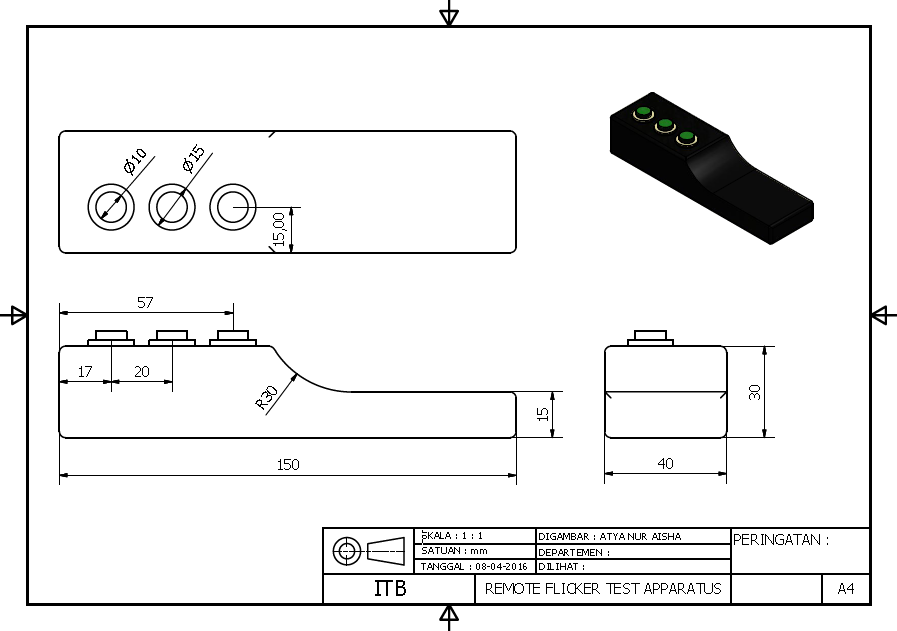
Berikan gambar teknis yang dilengkapi dengan keterangan fungsi dan dimensi setiap bagian

**Tanggapan:**

Gambar teknis untuk rancangan alat flicker usulan, diperlihatkan pada Gambar berikut :



Gambar teknis untuk rancangan remote tombol input alat flicker usulan, diperlihatkan pada Gambar berikut :



**19. Komentar 20:**

Jika target pengguna adalah pengemudi Bis malam… maka di awal perlu dijelaskan lebih detail kebiasaan dan kebutuhan mereka.

**Tanggapan:**

Pemilihan objek ini dilandasi karena pekerjaan pengemudi bis memiliki komposisi beban kerja mental, fisik, serta tekanan waktu. Beban kerja mental terjadi karena diperlukan konsentrasi tinggi selama mengemudi, terlebih perjalanan dilakukan pada malam hari. Selain itu, karena perjalanan antar kota antar provinsi menempuh durasi yang lama, sehingga pengemudi perlu memiliki kondisi fisik yang baik. Beban waktu yang dialami terkait lamanya perjalanan yang perlu ditempuh.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Paragraf kedua Pengujian Produk

Pengambilan data di lapangan dengan melibatkan objek pengemudi bis malam antar kota antar provinsi. Hasil pengujian performansi dari eksperimen di laboratorium dan studi di lapangan selengkapnya, dapat dilihat pada Tabel 4.

**Sesudah perbaikan** Paragraf kedua Pengujian Produk

Pengambilan data di lapangan dengan melibatkan objek pengemudi bis malam antar kota antar provinsi. Pemilihan objek ini dilandasi karena pekerjaan pengemudi bis memiliki komposisi beban kerja mental, fisik, serta tekanan waktu. Hasil pengujian performansi dari eksperimen di laboratorium dan studi di lapangan selengkapnya, dapat dilihat pada Tabel 4.

**20. Komentar 21:**

Apakah responden yang sama diuji 2x (berangkat dan pulang) atau responden yang berbeda? Berapa kali replikasi pengujian dilakukan terhadap seorang responden?

**Tanggapan:**

Ya, responden yang sama diuji 2 kali pada saat berangkat dan pulang. Titik pengambilan data baseline adalah sebelum responden berangkat dari *pool* bis di Bandung. Karena keterbatasan waktu dan biaya, maka pengujian untuk masing-masing responden hanya dapat dilakukan satu kali.

**21. Komentar 22:**

Apa arti dari nilai rataan CFFF 8.97? apakah ini baik atau buruk?

**Tanggapan:**

Nilai delta CFFF yang ditunjukkan lebih besar dari rentang 0.5-6 Hz. Pada rentang tersebut diindikasikan adanya kelelahan yang dialami selama beraktivitas. Sementara nilai delta 8.97 Hz menunjukkan bahwa kelelahan mental yang dialami tinggi, hal tersebut mengindikasikan perlunya istirahat secara berkala untuk memulikahkan kondisi dan konsentrasi dari pekerja.

Penjelasan selengkapnya dapat dilihat pada bagian **Pembahasan** paragraf ke-9.

**22. Komentar 23:**

Tunjukkan penyebaran data antara kondisi sebelum berangkat dan setelah berangkat. Rata-rata sering menghilangkan informasi sebaran data yang juga penting untuk dianalisa. Selain itu jumlah responden yang hanya 16 (tidak ada informasi jumlah replikasi pengambilan data) apakah memadai untuk menjamin kesimpulan yang diambil?

**Tanggapan:**

Nilai CFFF *baseline*(sebelum berangkat) berada pada rentang 18-42 Hz. Sementara nilai CFFF pada kondisi setelah beraktivitas, berada pada rentang 10-35 Hz.

Karena keterbatasan waktu dan biaya, maka pengujian untuk masing-masing responden hanya dapat dilakukan satu kali. Tetapi, dari pengambilan data tersebut, sudah terlihat adanya penurunan nilai CFFF (yag ditunjukkan delta CFFF positif), dimana hal tersebut mengindikasikan adanya kelelahan selama bekerja yang tinggi.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Paragraf ke-9 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, pekerjaan supir bis malam memiliki nilai delta CFFF terbesar yaitu sebesar 8,97 Hz, indikasi kelelahan yang tinggi. Hal-hal yang dapat menimbulkan kelelahan dalam aktivitas ini adalah kondisi kerja (seperti kursi pengemudi) yang masih kurang nyaman, kondisi jalan raya selama perjalanan, lama waktu mengemudi dan adanya keharusan untuk bekerja di malam hari yang dapat mempengaruhi *circadian rhythym*. Penelitian sebelumnya oleh Sang dan Li [9] juga menunjukkan adanya penurunan nilai *flicker frequency* yang signifikan pada supir bis, mendukung hasil penelitian yang disajikan pada paper ini.

**Sesudah perbaikan** Paragraf ke-9 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, baik pengujian eksperimen laboratorium maupun pengujian di lapangan kepada pengemudi bis malam, diperoleh hasil nilai delta CFFF yang positif. Nilai delta CFFF positif pada eksperimen untuk aktivitas *critical reading* sebesar 4,8 Hz dan aktivitas aritmatika kompleks : 5,3 Hz. Penurunan nilai CFFF ini masih berada pada batas penurunan nilai CFFF menurut Kroemer dan Grandjean [4] sebesar 0.5-6 Hz. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas yang dilakukan memberikan dampak kelelahan normal yang masih dapat ditoleransi selama beraktivitas. Sementara hasil pengujian di lapangan pada pekerjaan supir bis malam memiliki nilai rentang CFFF sebelum berangkat (sebagai *baseline*) adalah 18-42 Hz. Sementara nilai CFFF pada kondisi setelah beraktivitas berada pada rentang 10-35 Hz, dengan nilai rataan delta CFFF yaitu sebesar 8,97 Hz, indikasi kelelahan yang tinggi. Hal-hal yang dapat menimbulkan kelelahan dalam aktivitas ini adalah kondisi kerja (seperti kursi pengemudi) yang masih kurang nyaman, kondisi jalan raya selama perjalanan, lama waktu mengemudi dan adanya keharusan untuk bekerja di malam hari yang dapat mempengaruhi *circadian rhythym*. Penelitian sebelumnya oleh Sang dan Li [10] juga menunjukkan adanya penurunan nilai *flicker frequency* yang signifikan pada supir bis, mendukung hasil penelitian yang disajikan pada paper ini.

**23. Komentar 24:**

Paper ini tidak mengikuti tahapan dari Ulrich & Eppinger karena tidak dilakukan Concept Generation dan Concept Selection.

**Tanggapan:**

Kerangka pengembangan produk dasar yang digunakan sebagai acuan adalah model *system life cycle* Chapanis [2] dengan dibantu oleh model siklus pengembangan produk dari Ulrich & Eppinger [12].

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Paragraf ke-10 Pembahasan

Perlu dicatat bahwa paper ini juga merekomendasikan suatu kerangka tahapan-tahapan perancangan produk yang dikembangkan dari Ulrich & Eppinger [12].

**Sesudah perbaikan** Paragraf ke-10 Pembahasan

Perlu dicatat bahwa paper ini juga merekomendasikan suatu kerangka tahapan-tahapan perancangan produk yang dikembangkan dari model *system life cycle* Chapanis [2] dan model siklus pengembangan produk dari Ulrich & Eppinger [12].

**24. Komentar 25:**

Di mana karakteristik ergonomis yang sudah dibahas?

**Tanggapan:**

Pembahasan sisi ergonomis dari perancangan produk diakomodasi pada saat menjelaskan kebutuhan sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan produk mempertimbangkan faktor manusia.

**25. Komentar 26:**

Apa buktinya bahwa nilai yang dihasilkan alat tersebut sudah konsisten? Perlu dilakukan uji statistik terhadap hasil yang diperoleh.

**Tanggapan:**

Hasil pengujian statistik menggunakan metode ANOVA untuk uji eksperimen di laboratorium dan uji t-berpasangan (*paired t-test*) menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara nilai CFFF *baseline* (sebelum beraktivitas) dan setelah beraktivitas.

**Modifikasi :**

Tabel Hasil Pengujian Produk **sebelum perbaikan**

| **No** | **Keterangan** | **Eksperimen Laboratorium** | **Pengemudi Bis Malam** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Jumlah Partisipan | 16 Orang; 8 Laki-laki dan 8 Perempuan | 16 Orang Laki-laki |
| 2 | Rentang Usia Partisipan | 19-22 tahun | 33-56 tahun |
| 3 | Bentuk pekerjaan yang diamati | Aktivitas *critical reading* dan aritmatika kompleks, masing-masing selama 100 menit. | Mengemudi bis antar kota antar provinsi. |
| 4 | Metode Pengambilan Data | Pengambilan data dilakukan sebelum penelitian, dan setiap 20 menit sekali selama penelitian berlangsung | Pengambilan data dilakukan sebelum supir berangkat di pool bis Bandung dan kembali ke Bandung. |
| 5 | Rentang nilai CFFF hasil pengukuran | 14-40 Hz | 18-40 Hz |
| 6 | Nilai rataan delta CFFF | *Critical reading* : 4.8 Hz  Aritmatika kompleks : 5.3 Hz | Rataan keseluruhan : 8.97 Hz |

**Sesudah perbaikan** Tabel Hasil Pengujian Produk

| **No** | **Keterangan** | **Eksperimen Laboratorium** | **Pengemudi Bis Malam** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Jumlah Partisipan | 16 Orang; 8 Laki-laki dan 8 Perempuan | 16 Orang Laki-laki |
| 2 | Rentang Usia Partisipan | 19-22 tahun | 33-56 tahun |
| 3 | Bentuk pekerjaan yang diamati | Aktivitas *critical reading* dan aritmatika kompleks, masing-masing selama 100 menit. | Mengemudi bis antar kota antar provinsi. |
| 4 | Metode Pengambilan Data | Pengambilan data dilakukan sebelum penelitian, dan setiap 20 menit sekali selama penelitian berlangsung | Pengambilan data dilakukan sebelum supir berangkat di pool bis Bandung dan kembali ke Bandung. |
| 5 | Rentang nilai CFFF hasil pengukuran | 14-40 Hz | 18-40 Hz |
| 6 | Nilai rataan delta CFFF | *Critical reading* : 4.8 Hz  Aritmatika kompleks : 5.3 Hz  Perbedaan secara statistik signifikan | Rataan keseluruhan : 8.97 Hz Terdapat perbedaan signifikan antara kondisi baseline dan kondisi bekerja |

**25. Komentar 26:**

Apa criteria anda untuk mengatakan bahwa produk tersebut ergonomis? Karena pada paper ini sama sekali tidak ada pembahasan dari sisi ergonomi.

**Tanggapan:**

Pembahasan sisi ergonomis dari perancangan produk diakomodasi pada saat menjelaskan kebutuhan sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan produk mempertimbangkan faktor manusia.

**26. Komentar 27:**

Berarti desain perlu mempertimbangkan lokasi penempatan alat ini pada tempat kerja pengguna, untuk dapat mengukur kelelahan secara kontinu.

**Tanggapan:**

Desain yang dirancang memiliki bentuk yang mudah untuk diletakkan pada berbagai tempat sebagai alas, sementara untuk mempermudah melihat sumber stimulus, posisi lampu dapat disesuaikan sudut kemiringannya.

**Tanggapan Terhadap Reviewer 2**

Kami sangat berterima kasih atas tanggapan dari reviewer. Berbagai penyempurnaan telah kami lakukan sesuai masukan dari reviewer, perubahan pada draf dengan warna merah. Berikut adalah tanggapan kami terhadap komentar reviewer satu persatu.

**1. Komentar 1:**

Perlu dieksplorasi lagi, apa yang menjadi kelemahan secara detil dari alat pengukuran yang lama? Kemudian perlu dijelaskan dan dipertajam tentang pengembangan alat ukur yang dikaitkan dengan referensi dari Chapanis (1986) & Ulrich & Eppinger (2008).

**Tanggapan:**

Kami setuju dengan masukan dari reviewer dan beberapa penyempurnaan sudah dilakukan pada draf.

**Modifikasi pertama:**

**Sebelum perbaikan**

Paragraf pertama Rancangan Konsep Operasional

Konsep produk merupakan hasil penurunan ide produk yang dijabarkan menjadi fungsi dasar produk. Hal tersebut akan menjadi dasar dalam melakukan pengembangan produk (Chapanis, [2]). Fungsi dasar produk yang hendak dikembangkan adalah sebagai berikut:

**Sesudah perbaikan**

Paragraf pertama Rancangan Konsep Operasional

Konsep produk merupakan hasil penurunan ide produk yang dijabarkan menjadi fungsi dasar produk. Hal tersebut akan menjadi dasar dalam melakukan pengembangan produk (Chapanis, [2]). Rancangan konsep operasional ini menjawab kekurangan yang ada dari produk buatan Yagami Scientific Instrument Mfg dan *portable fatigue meter* yang diusulkan Saito [9]. Kelemahan dari produk buatan Yagami Scientific Instrument Mfg adalah tidak *portable* dan tidak memiliki mekanisme umpan balik. Sementara kelemahan dari *portable fatigue meter* yangdiusulkan oleh Saito [9] adalah tidak memiliki mekanisme umpan balik.

**Modifikasi kedua:**

**Sebelum perbaikan** - Pengembangan Alat Ukur

Dalam penelitian ini, kerangka pengembangan produk dasar yang digunakan sebagai acuan adalah model *system life cycle* (Chapanis, [2]) dengan dibantu oleh model siklus pengembangan produk dari Ulrich & Eppinger [11]. Pada kedua kerangka ini perancangan metode pengembangan produk berpusat pada pemenuhan kebutuhan, fungsi, prosedur, fitur dan disain lainnya, karena adanya kelebihan, kekurangan, dan sifat-sifat khusus dari manusia sebagai penggunanya.

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi kondisi saat ini, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Tahapan selanjutnya adalah identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan aspek kelebihan, kekurangan, serta sifat khusus dari calon pengguna produk. Informasi terkait konsep operasional dan identifikasi kebutuhan pengguna digunakan untuk menentukan kebutuhan sistem.

**Sesudah perbaikan** – Pengembangan Alat Ukur

Dalam penelitian ini, kerangka pengembangan produk yang digunakan sebagai acuan adalah model *system life cycle* Chapanis [2] yang dilengkapi oleh model siklus pengembangan produk dari Ulrich & Eppinger [12]. Pada kedua kerangka ini, metode pengembangan produk berpusat pada pemenuhan kebutuhan, fungsi, prosedur, fitur dan disain lainnya, karena adanya kelebihan, kekurangan, dan sifat-sifat khusus dari manusia sebagai penggunanya.

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi alat ukur eksisting, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Bersamaan dengan penjabaran kebutuhan konsep operasional dilakukan identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan karakteristik pengguna. Hasil kedua proses ini adalah spesifkasi kebutuhan sistem. Tahapan selanjutnya adalah penentuan kriteria performansi yang hendak dicapai yang digali dari benchmark sebagai dasar uji usabilitas dan penerjemahan konsep produk menjadi prototipe sederhana. Beberapa tahapan dapat dilakukan paralel karena tidak terkait.

**2. Komentar 2:**

Pada Gambar 1, langkah-langkah ini disesuaikan dengan deskripsinya. Misalnya, evaluasi “kondisi” saat ini, apa yang dimaksudkan dengan “kondisi”? Apakah meliputi alat, termasuk lingkungan atau bagaimana?

**Tanggapan :**

Dilakukan perubahan nama proses pada Gambar 1 dan penjelasan paragraf 2 bagian Pengembangan alat ukur, untuk bagian evaluasi kondisi saat ini menjadi evaluasi alat ukur eksisting.

**Modifikasi :**

Gambar 1 **sebelum perbaikan**



**Hasil Modifikasi** Gambar 1



**Modifikasi :**

**Sebelum perbaikan** Paragraf 2 Pengembangan Alat Ukur

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi kondisi saat ini, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Tahapan selanjutnya adalah identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan aspek kelebihan, kekurangan, serta sifat khusus dari calon pengguna produk. Informasi terkait konsep operasional dan identifikasi kebutuhan pengguna digunakan untuk menentukan kebutuhan sistem.

**Sesudah perbaikan** Paragraf 2 Pengembangan Alat Ukur

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi alat ukur eksisting, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Bersamaan dengan penjabaran kebutuhan konsep operasional dilakukan identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan karakteristik pengguna. Hasil kedua proses ini adalah spesifkasi kebutuhan sistem. Tahapan selanjutnya adalah penentuan kriteria performansi yang hendak dicapai yang digali dari benchmark sebagai dasar uji usabilitas dan penerjemahan konsep produk menjadi prototipe sederhana. Beberapa tahapan dapat dilakukan paralel karena tidak terkait.

**3. Komentar 3:**

Pada Gambar 1, mengapa identifikasi kebutuhan pengguna “paralel dengan” rancangan konsep operasional? Seharusnya identifikasi kebutuhan pengguna menjadi input untuk rancangan konsep operasional.

**Tanggapan :**

Telah dilengkapi pada bagian penjelasan

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Pengembangan Alat Ukur (Paragraf 2 dan 3)

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi kondisi saat ini, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Tahapan selanjutnya adalah identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan aspek kelebihan, kekurangan, serta sifat khusus dari calon pengguna produk. Informasi terkait konsep operasional dan identifikasi kebutuhan pengguna digunakan untuk menentukan kebutuhan sistem.

Tahapan selanjutnya adalah penentuan kriteria performansi yang hendak dicapai dan penerjemahan konsep produk menjadi prototipe sederhana. Kemudian dilakukan uji usabilitas untuk memastikan aspek usabilitas produk dan melihat kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Setelah lulus uji usabilitas, dilakukan pengujian performansi yang dilakukan pada eksperimen di laboratorium dan pengujian di lapangan.

**Sesudah perbaikan** Pengembangan Alat Ukur (Paragraf 2 dan 3)

Kerangka usulan dimulai dari evaluasi alat ukur eksisting, untuk merancang fungsi dasar produk yang akan dijabarkan dalam konsep operasional. Bersamaan dengan penjabaran kebutuhan konsep operasional dilakukan identifikasi kebutuhan produk dengan mempertimbangkan karakteristik pengguna. Hasil kedua proses ini adalah spesifkasi kebutuhan sistem. Tahapan selanjutnya adalah penentuan kriteria performansi yang hendak dicapai yang digali dari benchmark sebagai dasar uji usabilitas dan penerjemahan konsep produk menjadi prototipe sederhana. Beberapa tahapan dapat dilakukan paralel karena tidak terkait. Kemudian dilakukan uji usabilitas untuk memastikan aspek usabilitas produk dan melihat kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Setelah lulus uji usabilitas, dilakukan pengujian performansi yang dilakukan pada eksperimen di laboratorium dan pengujian di lapangan. Hasil dari pengujian performansi diperoleh ketercapaian target pengembangan produk dan perbaikan konsep produk apabila diperlukan.

**4. Komentar 4:**

Bagaimana feedback dari hasil usabilitas? Jika performa usabilitas rendah, bagaimana langkah terhadap redesain prototipe, atau sebaliknya?

**Tanggapan terkait feedback hasil usabilitas:**

Dari hasil pengujian usabilitas diperoleh informasi mengenai critical incident mengenai ketidaksesuaian responden untuk menjalankan fungsi alat sesuai yang diharapkan.

**Modifikasi**

**Sebelum perbaikan** Paragraf pertama Pengujian Usabilitas

Pengujian usabilitas dilakukan bertujuan untuk memastikan produk bersifat user friendly dan mengetahui apakah ada kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Hasil uji usabilitas mencatat beberapa *critical incident* berikut:

1. Responden tidak mengatur sudut LED saat melakukan pengujian
2. Responden tidak mengetahui maksud display headset
3. Responden merasa tombol kontrol yang berada di samping alat kurang pas
4. Responden tidak langsung memahami tampilan informasi di LCD

**Sesudah perbaikan** Paragraf pertama Pengujian Usabilitas

Pengujian usabilitas dilakukan bertujuan untuk memastikan produk bersifat *user friendly* dan mengetahui apakah ada kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Uji usabilitas dilakukan dilingkungan laboratorium dengan responden berlatar belakang pekerja administrasi. Hal ini sesuai dengan karakteristik calon pengguna, dimana pekerjaan dari calon pengguna memiliki beban kerja fisik mental dan tekanan waktu. Uji usabilitas dilakukan dengan menjalankan beberapa skenario pengguna alat, dengan melibatkan dua peran utama yaitu observer dan responden. Pendataan respon dilakukan dari hasil wawancara dan pengamatan terhadap *critical incident* (temuan ketidaksesuaian rancangan) selama responden menggunakan alat berdasarkan skenario yang telah disusun. Hasil uji usabilitas mencatat beberapa *critical incident* berikut:

1. Responden tidak mengatur sudut LED saat melakukan pengujian
2. Responden tidak mengetahui maksud display headset
3. Responden merasa tombol kontrol yang berada di samping alat kurang pas
4. Responden tidak langsung memahami tampilan informasi di LCD

**Tanggapan terkait langkah redesain prototipe** :

Bagian LED dibuat lebih menonjol agar responden dapat memahami, bahwa LED dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan yang mudah diterima oleh responden.

Tombol kontrol input dibuat pada bagian pinggir untuk mempermudah proses menekan pada saat alat digenggam.

Pada saat prototipe, layar display dibuat sejajar dengan lampu. Kondisi ini membuat pengamat tidak dapat memahami tampilan informasi di LCD secara langsung. Oleh karena itu, tampilan di LCD dibuat lebih miring agar kondisi responden dapat langsung diketahui.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Paragraf kedua Pengujian Usabilitas

Setelah mengetahui hasil uji usabilitas, selanjutnya dilakukan rancangan disain prototipe dengan mempertimbangkan hasil uji usabilitas. Kondisi ini membuat pengamat dapat mengetahui kondisi responden secara langsung. Rancangan produk jadi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.

**Sesudah perbaikan** Paragraf kedua Pengujian Usabilitas

Setelah mengetahui hasil uji usabilitas, selanjutnya dilakukan rancangan disain prototipe dengan mempertimbangkan hasil uji usabilitas. Beberapa poin perbaikan yang dilakukan pada perancangan produk jadi antara lain bagian LED dibuat lebih menonjol agar responden dapat memahami, bahwa LED dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan yang mudah diterima oleh responden; tombol kontrol input dibuat terpisah seperti remote, serta tombol input diletakkan pada bagian pinggir untuk mempermudah proses penekanan pada saat alat digenggam; serta membuat LCD lebih miring, tidak lagi sejajar dengan lampu. Kondisi ini membuat pengamat dapat mengetahui kondisi responden secara langsung. Rancangan produk jadi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.

**5. Komentar 5:**

Apa yang menjadi dasar pemilihan produk Yagami Scientific Instrument Mfg?

**Tanggapan :**

Pemilihan produk Yagami Scientific Instrument Mfg karena produk ini sudah tersedia di laboratorium dan merupakan salah satu produk pioner flicker.

**6. Komentar 6:**

Pada sub-bab **Identifikasi Kebutuhan Pengguna**, bagaimana informasi kebutuhan pengguna ini diperoleh? Bagaimana profil dari pengguna tersebut?

**Tanggapan :**

Telah dilengkapi dengan penjelasan potential user calon pengguna alat hasil rancangan, yaitu pekerjaan yang memiliki beban kerja fisik, mental dan tekanan waktu seperti pegawai kantoran, operator, pengemudi, masinis, pilot, dan lainnya.

**Modifikasi:**

S**ebelum perbaikan** Paragraf pertama Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Bersamaan dengan tahapan pendefinisian konsep operasional dilakukan tahapan identifikasi spesifikasi kebutuhan. Targetnya adalah produk yang akan dibuat memiliki fungsi produk yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Untuk itu diperlukan identifikasi kebutuhan pengguna. Hasil identifikasi kebutuhan pengguna perlu dipenuhi sebagai berikut:

**Sesudah perbaikan** Paragraf pertama Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Bersamaan dengan tahapan pendefinisian konsep operasional dilakukan tahapan identifikasi spesifikasi kebutuhan. Targetnya adalah produk yang akan dibuat memiliki fungsi produk yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna, pekerja industri dengan risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat kelelahan, misalnya pengemudi, pekerja konstruksi, pekerja tambang, dll. Alat akan digunakan di lapangan industri.

**7. Komentar 7:**

Pada sub-bab **Penentuan Kriteria Performansi Produk**, dilakukan benchmark dengan apa dan siapa? Ahli meliputi siapa saja?

**Tanggapan :**

Sangat penting menyesuaikan *system requirement* dengan target/mission statement agar kriteria performansi produk yang disusun mampu mengevaluasi sejauh mana ketercapaian tujuan pengembangan produk. Penentuan parameter yang digunakan dalam poin-poin kriteria performansi produk didasarkan kepada studi litelatur terhadap alat ukur yang telah ada saat ini, diskusi dengan pakar. *Benchmark* dilakukan dengan mempertimbangkan kinerja fungsional dari alat ukur eksisting sesuai dengan tabel 1. Untuk ahli yang dimintai pendapat adalah orang yang berpengalaman di bidang kelelahan.

**8. Komentar 8:**

Pada sub-bab **Pengujian Usabilitas**, apa kriteria performa usability yang digunakan dan mengadopsi referensi dari mana?

**Tanggapan :**

Pengujian usabilitas menggunakan teknik identifikasi *critical incident* seperti yang dikemukakan oleh Chapanis [2]. *Critical incidents* merupakan temuan ketidaksesuaian atau permasalahan/issue yang muncul pada saat dilakukan pengujian usabilitas. Kriteria detil yang berupa target usability dapat dilihat pada tabel 3.

**9. Komentar 9:**

Pada sub-bab Pengujian Usabilitas, adakah data kuantitatif?

**Tanggapan :**

Uji usabilitas dilakukan dilingkungan laboratorium dengan responden berlatar belakang pekerja administrasi. Hal ini sesuai dengan karakteristik calon pengguna, dimana pekerjaan dari calon pengguna memiliki beban kerja fisik mental dan tekanan waktu. Uji usabilitas dilakukan dengan menjalankan beberapa skenario pengguna alat, dengan melibatkan dua peran utama yaitu observer dan responden. Pendataan respon dilakukan dari hasil wawancara dan pengamatan terhadap *critical incident* selama responden menggunakan alat berdasarkan skenario yang telah disusun. Metode evaluasi berdasarkan *critical incident* sudah umum dalam penelitian usabilitas.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Paragraf pertama Pengujian Usabilitas

Pengujian usabilitas dilakukan bertujuan untuk memastikan produk bersifat user friendly dan mengetahui apakah ada kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Hasil uji usabilitas mencatat beberapa *critical incident* berikut:

**Sesudah perbaikan** Paragraf pertama Pengujian Usabilitas

Pengujian usabilitas dilakukan bertujuan untuk memastikan produk bersifat user friendly dan mengetahui apakah ada kekurangan produk yang belum disadari pada proses pengembangan. Uji usabilitas dilakukan dilingkungan laboratorium dengan responden berlatar belakang pekerja administrasi. Hal ini sesuai dengan karakteristik calon pengguna, dimana pekerjaan dari calon pengguna memiliki beban kerja fisik mental dan tekanan waktu. Uji usabilitas dilakukan dengan menjalankan beberapa skenario pengguna alat, dengan melibatkan dua peran utama yaitu observer dan responden. Pendataan respon dilakukan dari hasil wawancara dan pengamatan terhadap *critical incident* (temuan ketidaksesuaian rancangan) selama responden menggunakan alat berdasarkan skenario yang telah disusun. Hasil uji usabilitas mencatat beberapa *critical incident* berikut:

**10. Komentar 10:**

Pada sub-bab **Pengujian Usabilitas**, perbaikan desain prototipe setelah melewati uji usabilitas meliputi apa saja? Berapa persen perubahannya? (ada perbandingan antara sebelum dan sesudah?)

**Tanggapan :**

Bagian LED dibuat lebih menonjol agar responden dapat memahami, bahwa LED dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan yang mudah diterima oleh responden.

Tombol kontrol input dibuat pada bagian pinggir untuk mempermudah proses menekan pada saat alat digenggam.

Pada saat prototipe, layar display dibuat sejajar dengan lampu. Kondisi ini membuat pengamat tidak dapat memahami tampilan informasi di LCD secara langsung. Oleh karena itu, tampilan di LCD dibuat lebih miring agar kondisi responden dapat langsung diketahui.

**Modifikasi:**

**Sebelum perbaikan** Paragraf kedua Pengujian Usabilitas

Setelah mengetahui hasil uji usabilitas, selanjutnya dilakukan rancangan disain prototipe dengan mempertimbangkan hasil uji usabilitas. Kondisi ini membuat pengamat dapat mengetahui kondisi responden secara langsung. Rancangan produk jadi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.

**Sesudah** Paragraf kedua Pengujian Usabilitas

Setelah mengetahui hasil uji usabilitas, selanjutnya dilakukan rancangan disain prototipe dengan mempertimbangkan hasil uji usabilitas. Beberapa poin perbaikan yang dilakukan pada perancangan produk jadi antara lain bagian LED dibuat lebih menonjol agar responden dapat memahami, bahwa LED dapat diatur sudut kemiringannya sesuai dengan yang mudah diterima oleh responden; tombol kontrol input dibuat terpisah seperti remote, serta tombol input diletakkan pada bagian pinggir untuk mempermudah proses penekanan pada saat alat digenggam; serta membuat LCD lebih miring, tidak lagi sejajar dengan lampu. Kondisi ini membuat pengamat dapat mengetahui kondisi responden secara langsung. Rancangan produk jadi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.

**11. Komentar 11:**

Data demografi perlu dieksplorasi lagi, seperti apa pekerjaan mereka dll selain yang tertampil di Tabel 4.

**Tanggapan :**

Untuk data responden pengemudi bis, memiliki rentang usia yang cukup bervariasi diantara usia 33-56 tahun. Rentang pengalaman dari pengemudi bis malam juga bervariasi, terdapat seorang responden yang baru memiliki pengalaman 1 tahun, tetapi ada juga responden yang sudah berpengalaman lebih dari 20 tahun. Sementara untuk pengujian eksperimen di laboratorium, karakteristik responden tidak jauh berbeda, karena responden yang dilibatkan berstatus sebagai mahasiswa. Namun karena fokus dari paper ini adalah pengembangan produk dan adanya keterbatasan jumlah halaman, revisi tidak dapat dilakukan terlalu banyak.