

**METRIK ERGONOMI UNTUK PRODUK PERANGKAT LUNAK PERMAINAN
PADA ASPEK KENYAMANAN**Arif Susanto¹, Daniel Oranova Siahaan²^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, ITS
Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111, Jawa Timur, Indonesia
arif13@mhs.if.its.ac.id, daniel@if.its.ac.id**Abstrak**

Tidak dapat dipungkiri bahwa kemampuan manusia memiliki keterbatasan dalam berinteraksi dengan produk atau teknologi yang dibuatnya. Keterbatasan pada tubuh manusia menjadi alasan pentingnya aspek ergonomi perlu di implementasikan dalam desain suatu produk. Dalam bidang teknologi informasi, penelitian terkait metrik ergonomi suatu produk selama ini berfokus pada produk perangkat keras, seperti tetikus, monitor dan keyboard.

Penelitian ini membangun suatu metrik pengukuran ergonomi dari aspek kenyamanan untuk produk perangkat lunak permainan. Penelitian ini utamanya terdiri dari beberapa langkah. Pertama, analisis terhadap aspek-aspek dalam ergonomi kenyamanan. Kedua, aspek-aspek tersebut dipetakan kedalam atribut-atribut yang ada pada model kualitas perangkat lunak seperti *McCall*, *Boehm* dan *ISO 9126/25010*. Ketiga, penyusunan metrik ergonomi berdasarkan analisis terhadap hasil pengujian pada tahapan sebelumnya. Atribut-atribut yang dianggap relevan dijadikan acuan untuk proses pengujian terhadap perangkat lunak permainan. Perangkat lunak permainan yang telah ditentukan pakar/ahli diujikan langsung kepada pengguna mulai dari proses instalasi sampai dalam tahap memainkan perangkat lunak permainan tersebut.

Dari hasil analisa pengujian metrik ergonomi yang diusulkan, dihasilkan 11 atribut perangkat lunak permainan offline berbasis dekstop yang dapat mengkarakteristikan apakah sebuah perangkat lunak permainan offline berbasis dekstop nyaman atau tidak.

Kata Kunci : Ergonomi, Metrik kenyamanan, *ISO McCall*, *Boehm*, *9126/2510*, Atribut kualitas perangkat lunak.

Abstract

It is inevitable that humans have a limited ability to interact with a product or technology that is made. Limitations on the human body is the reason the importance of ergonomic aspects need to be implemented in the design of a product. In the field of information technology, research-related metric ergonomics of a product has been focused on hardware products, such as mouse, monitor and keyboard.

*This study builds a metric measurement of ergonomics comfort aspect to the game software products. This study primarily consists of several steps. First, an analysis of ergonomic aspects in comfort. Second, these aspects are mapped into the attributes that exist in software quality models like *McCall*, *Boehm* and *ISO 9126/25010*. Third, the preparation of ergonomics metrics based on an analysis of the test results in previous stages. Attributes that are considered relevant as a reference for the testing of the game software. Game software predetermined expert / expert tested the user directly to the start of the installation process until the stage play of the game software.*

From the analysis of the proposed ergonomics testing metrics, generated 11 software attributes offline games based desktop that can characterize whether a software-based desktop offline games comfortable or not.

Keywords: *Ergonomics, comfort Metric, ISO McCall, Boehm, 9126/2510, software quality attributes.*

I. PENDAHULUAN

Adanya keterbatasan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan suatu produk atau teknologi yang dibuatnya, menjadi salah satu faktor pentingnya standar ergonomi untuk diterapkan dalam desain suatu produk. Desain produk yang baik akan memberikan rasa aman dan nyaman pada saat digunakan. Untuk membuat suatu desain produk yang baik seorang desainer harus memperhatikan keterbatasan yang dimiliki manusia dalam bekerja dengan produk yang dibuatnya. Bidang ilmu yang secara khusus mempelajari keterbatasan dan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan suatu produk dikenal dengan ilmu ergonomi. Desain produk

yang tidak ergonomi akan mengakibatkan rasa tidak nyaman terhadap penggunaannya serta dapat menyebabkan cedera seperti nyeri, kram, kelelahan, stres pada saat produk tersebut digunakan dalam jangka waktu tertentu (Bichteler, 1987). Tentunya hal demikian tidak diinginkan karena dapat menurunkan produktifitas kerja. Untuk mengetahui apakah suatu produk telah memenuhi aspek-aspek ergonomi digunakanlah metrik pengukuran. Ada sejumlah penelitian yang berfokus pada penyusunan metrik pengukuran ergonomi produk, khususnya bidang kenyamanan, seperti penelitian tentang evaluasi desain kursi dalam kaitanya dengan faktor kenyamanan (Yang, Sun, & Chen, 2009).

Dalam bidang teknologi informasi, penelitian terkait metrik ergonomi suatu produk selama ini berfokus pada produk perangkat keras, seperti desain *mouse* dan *keyboard* (Keir, Bach, & Rempel D, 1999). Hal ini dapat dijelaskan oleh kenyataan bahwa ilmu ergonomi pada mulanya berkembang untuk perangkat keras yang digunakan untuk proses produksi dan kerja di lingkungan industri. Produk perangkat lunak merupakan salah satu produk yang saat ini berkembang dengan pesat. Untuk itu perlu suatu metrik pengukuran ergonomi untuk perangkat lunak. Teknologi perangkat lunak memberikan banyak manfaat bagi pengguna, dimana secara umum perangkat lunak merupakan produk yang didesain untuk membantu pekerjaan manusia agar pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat, aman dan memberikan rasa nyaman. Pada kenyataannya teknologi perangkat lunak yang seharusnya memberikan rasa nyaman dan aman bagi penggunaannya dapat memberikan efek negatif seperti gangguan psikologis, stress maupun kelelahan. Hal ini akan berakibat pekerjaan menjadi terhambat dan produktifitas menurun (Rodrigues, 1993). Oleh karena itu, sebagaimana produk jenis lainnya, produk perangkat lunak juga perlu diukur aspek ergonominya.

Salah satu aspek penting dalam desain ergonomi adalah kenyamanan. Dalam penelitian sebelumnya tentang pentingnya kualitas perangkat lunak, memberikan kepuasan kepada pengguna/pelanggan merupakan elemen penting dalam bisnis didunia modern saat ini. Permainan (*Game*) merupakan salah satu jenis perangkat lunak yang paling banyak digunakan oleh pengguna dari berbagai lapisan usia, pendidikan, dan pekerjaan. Intensitas waktu penggunaan perangkat lunak permainan yang sangat sering dan intensitas waktu penggunaan yang lama dapat menimbulkan efek negatif dari aspek ergonomi produk yang kurang baik. Perusahaan perangkat lunak berusaha memuaskan dan menyenangkan pengguna dengan nilai produk dan layanan perangkat lunak untuk mendapatkan loyalitas mereka dan bisnis yang berulang. Oleh karena itu kepuasan pelanggan adalah tujuan utama dari proses perbaikan kualitas perangkat lunak (Osborne, 2011).

Penelitian ini membangun suatu metrik pengukuran ergonomi dari aspek kenyamanan untuk produk perangkat lunak permainan. Untuk mendapatkan data, peneliti menggunakan metode kuesioner yang diberikan kepada pakar/ahli ergonomi dan kualitas perangkat lunak. Hal ini untuk mendapatkan validasi hasil pemetaan pada langkah kedua serta kuesioner pada pengguna perangkat lunak permainan untuk mendapatkan data langsung mengenai keluhan yang dirasakan pengguna perangkat lunak permainan tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Ergonomi

Pengertian tentang ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu *Ergos* (Kerja) dan *Nomos* (Hukum Alam/Aturan). Ergonomi diperkenalkan oleh K.F.H. Murrel (1949) di Inggris (Bridger, 2008). Secara teori Ergonomi didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia

dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan perancangan/desain. IEA (*International Ergonomics Association*) mendefinisikan ergonomi sebagai disiplin ilmu yang bersangkutan dengan pemahaman tentang interaksi antara manusia dan elemen lain dari system, dan profesi yang menerapkan prinsip-prinsip teoritis, data dan metode untuk desain yang bertujuan untuk mengoptimalkan kesejahteraan dan keseluruhan kinerja system manusia (*International Ergonomics Association*, 2002).

Ilmu Ergonomi secara khusus mempelajari keterbatasan dan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya dengan tujuan untuk mencegah cedera pada pekerja (*International Ergonomics Association*, 2002). Pentingnya mempelajari ilmu ergonomi berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas-batas kemampuan baik jangka pendek maupun jangka panjang, pada saat berhadapan dengan lingkungan sistem kerja yang berupa perangkat keras/*hardware* (mesin, peralatan kerja) dan perangkat lunak/*software* (metode kerja, sistem).

B. Aspek-Aspek Ergonomi

Dalam ilmu ergonomi terdapat 5 aspek yang menjadi ukuran suatu produk dikatakan memiliki nilai ergonomi atau tidak. Aspek tersebut adalah keselamatan (*safety*), kenyamanan (*comfort*), kemudahan penggunaan (*ease of use*), produktivitas (*productivity*) dan estetika/keindahan (*aesthetic*) (OSHA, 2014). Berikut gambaran umum bagaimana sebuah produk didesain berdasarkan prinsip ergonomi.

- a. Keselamatan (*safety*): Desain cetak label pada botol obat didesain dengan huruf yang jelas dan besar agar orang yang memiliki gangguan penglihatan dapat dengan mudah melihat dosis yang tertera dalam label botol obat.
- b. Kenyamanan (*comfort*): Desain display alarm jam dibuat dengan tampilan yang cerah dan didasarkan pada prinsip kontras sehingga dalam lingkungan gelap mampu terlihat jelas oleh mata manusia
- c. Kemudahan (*ease of use*): Desain tanda jalan/rambu-rambu yang kurang jelas dalam kondisi gelap, hal ini dapat diatasi dengan prinsip-prinsip desain visual dalam ergonomi.
- d. Produktivitas (*productivity*): Suara TV HD jauh lebih rendah dari pada TV biasa. Jadi, ketika beralih dari HD ke regular, volume meningkat secara dramatis. Dalam ergonomi, perbedaan tingkat decibel akan menciptakan perbedaan kenyaringan dan menyakitkan telinga manusia. Dengan prinsip ergonomi hal ini dapat diatasi dengan memberikan pilihan kepada pengguna tentang suara dengan mudah tanpa membaca buku petunjuk.

- e. Estetika (*aesthetic*): penempatan tanda atau petunjuk dalam desain dibuat konsisten dan mudah diakses.

C. Kenyamanan (*Comfort*)

Secara umum konsep tentang kenyamanan (*comfort*) sangat sulit didefinisikan, karena merupakan penilaian responsif individu (oborne, 1995). Hertz berg untuk pertama kalinya mendefinisikan istilah kenyamanan sebagai *the absence of discomfort* (oborne, 1995). Sanders dan McCormick (1993) menggambarkan bahwa kenyamanan adalah suatu kondisi perasaan dan sangat tergantung pada orang yang mengalami situasi tersebut. Kita tidak dapat mengetahui tingkat kenyamanan yang dirasakan oleh orang lain secara langsung atau dengan observasi, akan tetapi harus menanyakan pada orang tersebut untuk memberitahukan seberapa nyaman mereka, biasanya dengan menggunakan istilah-istilah seperti agak tidak nyaman, mengganggu, sangat tidak nyaman atau mengkhawatirkan.

D. Aspek-aspek Kenyamanan dalam Ergonomi Menurut (Kolcaba, 2003) dalam bukunya yang berjudul *Comfort theory and practice: a vision for holistic health care and research*, aspek kenyamanan terdiri dari:

- Kenyamanan fisik berkenaan dengan sensasi tubuh yang dirasakan oleh individu itu sendiri.
- Kenyamanan psikospiritual berkenaan dengan kesadaran internal diri, yang meliputi konsep diri, harga diri, makna kehidupan, seksualitas hingga hubungan yang sangat dekat dan lebih tinggi.
- Kenyamanan lingkungan berkenaan dengan lingkungan, kondisi dan pengaruh dari luar kepada manusia seperti temperature, warna, suhu, pencahayaan, suara dan lain-lain.
- Kenyamanan social kultural berkenaan dengan hubungan interpersonal, keluarga dan social atau masyarakat (keuangan, perawatan kesehatan individu, kegiatan religious, serta tradisi keluarga).

E. Faktor yang mempengaruhi Kenyamanan Menurut Hakim (2006), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan seorang pengguna ketika berinteraksi dengan suatu produk antara lain:

- Sirkulasi: Sirkulasi yang kurang baik akan mempengaruhi kenyamanan, dalam hal ini berhubungan dengan lingkungan sekitar dimana produk tersebut digunakan.
- Faktor alam atau iklim: Ada beberapa faktor yang disebabkan karena pengaruh alam atau iklim antara lain Radiasi matahari, angin, curah hujan dan temperatur. Oleh karena itu untuk menciptakan lingkungan kerja yang memberikan kenyamanan pada pekerja

diperlukan konsep desain tempat kerja yang mampu menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan faktor alam atau iklim tersebut.

- Kebisingan: Kebisingan yaitu bunyi yang tidak dikehendaki oleh telinga. Dalam jangka panjang bunyi tersebut dapat mengganggu ketenangan bekerja, merusak pendengaran, mengganggu kesehatan dan kenyamanan. Kebisingan dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Karena pekerjaan membutuhkan konsentrasi maka suara bising hendaknya dihindarkan agar pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan dengan efisien sehingga produktivitas kerja meningkat dan memberikan rasa nyaman terhadap pekerja. Semakin lama telinga mendengar kebisingan, akan semakin buruk akibatnya diantaranya kepekaan pendengaran dapat berkurang.
- Aroma dan kebersihan: Aroma dan kebersihan merupakan faktor ketidaknyamanan yang disebabkan oleh lingkungan. Contohnya tempat kerja yang dekat dengan pembuangan sampah dapat memberikan rasa tidak nyaman bagi pekerja.
- Keamanan: Keamanan dari desain produk sangat berpengaruh kepada pengguna. Pengguna merasa lebih nyaman ketika berinteraksi dengan suatu produk yang dapat memberikan rasa aman.
- Keindahan (*aesthetic*): Keindahan merupakan salah satu faktor penting dalam desain produk. Keindahan berhubungan dengan indera penglihatan, pendengaran, sentuhan dan keamanan. Seorang pengguna pertama kali akan melihat dari keindahan desain suatu produk sebelum menggunakan.
- Pencahayaan: Faktor terakhir yang mempengaruhi kenyamanan seorang pekerja ketika berinteraksi dengan produk adalah pencahayaan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yang berhubungan dengan pencahayaan yaitu cahaya alami, kuat penerangan, kualitas cahaya, daya penerangan, pemilihan dan peletakan lampu.

F. Kualitas perangkat lunak (*software quality*)

Kualitas dari perangkat lunak dapat di nilai dengan ukuran atau metode-metode tertentu, serta melalui pengujian-pengujian perangkat lunak. Untuk memahami dan mengukur seberapa baik perangkat lunak memenuhi kebutuhan pengguna, desainer harus memahami tentang model kualitas (Lew, 2014). Ada beberapa model kualitas yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas perangkat lunak antara lain McCall's, ISO 9126/25010 dan Boehm's.

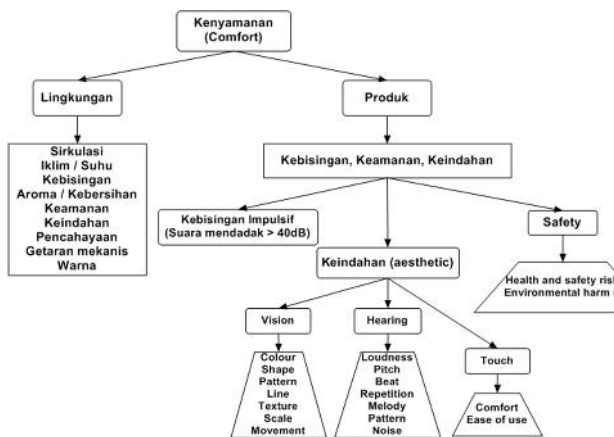
G. Kenyamanan dalam kualitas perangkat lunak
Dalam sebuah kualitas perangkat lunak, kenyamanan digambarkan pada sebuah tingkat kepuasan pengguna. Kenyamanan mengacu pada fisiologis secara keseluruhan atau emosional tanggapan untuk menggunakan sistem (apakah pengguna merasa baik, hangat dan senang, atau tegang dan tidak nyaman) (Bevan, 1997). Beban kerja kognitif berkaitan erat dengan kenyamanan. Sebuah tugas yang menuntut usaha mental terlalu sedikit dapat menyebabkan menurunkan efisiensi karena dapat menyebabkan kebosanan dan kurangnya kewaspadaan, yang langsung menurunkan efektivitas pekerjaan. Selain itu dilihat dari perspektif implementasi dan pelatihan, solusi desain yang sederhana, navigasi yang efisien dalam suatu desain akan lebih mudah untuk dipelajari oleh pengguna perangkat lunak. Sehingga bisa dikatakan efisiensi merupakan salah satu kunci memaksimalkan penggunaan perangkat lunak dan membuat pengguna menjadi lebih nyaman (Chris, 2014).

keindahan (estetika) (Priyatno, 2010). Sedangkan dalam faktor keindahan/estetika terdapat tiga elemen yang digunakan dalam desain produk seperti *vision*, *hearing* dan *touch*, faktor keindahan/estetika dapat dilihat pada gambar 1.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Identifikasi Parameter

Dalam studi tentang aspek kenyamanan dalam desain ergonomi, terdapat beberapa faktor yang berkaitan seperti sirkulasi, faktor alam/iklim, kebisingan, aroma dan kebersihan, keamanan, keindahan dan, pencahayaan. Faktor-faktor tersebut dapat dipetakan kedalam dua bagian yaitu berdasarkan faktor lingkungan dan faktor produk.



Gambar 1. Rancangan Metode yang Diusulkan

Semua keadaan yang terdapat disekitar/ lingkungan, seperti suhu udara, kebisingan, kelembaban udara, sirkulasi udara, pencahayaan, getaran mekanis, bau-bauan dan warna akan berpengaruh secara signifikan terhadap hasil kerja manusia tersebut (Wingjosoebroto, 2000). Sedangkan dari sisi suatu produk, ada tiga aspek desain yang harus dipenuhi jika suatu desain produk ingin dianggap berhasil, yaitu desain produk harus memiliki aspek keamanan (*safety*), kenyamanan (ergonomi) dan

Tabel I
Pemetaan Atribut Kenyamanan Terhadap Atribut Model Kualitas Perangkat Lunak

NO	Atribut Ergonomi Kenyamanan	Atribut Kualitas Perangkat Lunak	Keterangan
1	Desain Warna, antar muka (<i>Background, Interface & Colour</i>)	Attractiveness metrics (<i>Interface appearance customisability</i>)	Bagaimana desain antar muka didesain menarik kepada pengguna Penilaian desain perangkat lunak (Warna) Penilaian dengan kuesioner untuk menilai daya tarik dari desain antar muka oleh pengguna Elemen antar muka dapat disesuaikan dengan keinginan pengguna.
2	Desain Interface Kon-sisten (<i>Consistency</i>)	Operability metrics (<i>Operational consistency in use</i>)	Desain antar muka pengguna yang efisien Mengamati perilaku pengguna dan meminta pendapat.
		Replaceability metrics (<i>User support functional consistency</i>)	Desain komponen baru yang konsisten terhadap pengguna antar muka Target pengguna & pengembang (Desainer)
3	Kemudahan Penggu-naan (<i>ease of use</i>)	Installability metrics (<i>Ease of installation & Ease of Setup Re-try</i>)	Dapatkah pengguna atau pemelihara mudah menginstal perangkat lunak untuk lingkungan operasi? Dapatkah pengguna atau pemelihara mudah mencoba kembali set-up instalasi perangkat lunak?
		Understandability metrics (<i>Completeness of des-cription & Demon-stration accessibility</i>)	Berapa proporsi fungsi (atau jenis fungsi) dipahami setelah membaca deskripsi produk? Berapa proporsi demonstrasi/tutorial dapat akses pengguna?
		Kemudahan dipelajari - Learnability metrics (<i>Ease of function learning & Effectiveness of the user document-ation and/or help system</i>)	Berapa lama pengguna untuk belajar menggunakan fungsi? Berapa lama pengguna untuk belajar memahami cara kerja perangkat lunak? Bagaimana dokumentasi/menu bantuan efektif membantu pengguna
4	Ketajaman (<i>Contrast</i>)	Attractiveness metrics (<i>Interface appearance customisability</i>)	Bagaimana desain warna memberikan rasa nyaman pada penglihatan pengguna
5	Fungsionalitas (<i>Functionality</i>)	Suitability metrics (<i>Functional implementation completeness</i>)	Bagaimana fungsionalitas dari sebuah perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi kebutuhan?
		Security metrics (<i>Access controllability</i>)	Bagaimana kendali dari perangkat lunak terhadap tindakan akses ke sistem?
6	Keselamatan (<i>Safety</i>)	Keselamatan Safety metrics in quality in use (<i>User health and safety & Software damage</i>)	Apakah ada dampak terhadap kesehatan yang dialami pengguna Apakah ada kegagalan fungsi pada sistem yang mengakibatkan kerugian pada pengguna
		Security (Functionality metrics)	Bagaimana sebuah aplikasi game memiliki security yang handal
7	Kenyamanan (<i>Comfort</i>)	Desain efektif (<i>Effectiveness metrics</i>)	Bagaimana desain antar muka memberkan keefektifan dalam penggunaan perangkat lunak
		Kepuasan (<i>Satisfaction metrics</i>)	Bagaimana kepuasan pengguna terhadap kinerja dan fitur perangkat lunak permainan
		Efisien (<i>Efficiency metrics</i>)	Bagaimana tata letak antar muka dibuat seefisien mungkin agar pengguna lebih mudah memahami
		Keandalan perangkat lunak (<i>Reliability metrics</i>)	Apakah terdapat kegagalan sistem yang dialami pengguna, seperti fitur yang tidak berfungsi

B. Pemetaan aspek kenyamanan kedalam model kualitas perangkat lunak

Pemetaan awal dihasilkan dengan cara memperhatikan kemiripan deskripsi antara atribut-atribut kenyamanan dengan atribut-atribut model kualitas perangkat lunak yaitu Model *ISO 9126/25010/mcCall*.

Hasil dari pemetaan atribut desain ergonomi dalam aspek kenyamanan terhadap atribut kualitas perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel I. Selanjutnya data hasil

pemetaan diberikan kepada pakar/ahli ergonomi dan ahli kualitas perangkat lunak dalam bentuk kuesioner validasi.

C. Pengujian validasi hasil kuesioner ahli/pakar

Data kuesioner yang diambil untuk digunakan sebagai data training diambil dari 5 pakar/ahli yang telah diberikan kuesioner. Data training yang didapat dari pakar/ahli dapat dilihat pada tabel II.

Tabel II
Hasil Validasi Pakar/Ahli

Atribut Pakar/Ahli	1		2		3			4	5		6		7		
	1	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4	5.1	5.2	6.1	6.2	7.1	7.2	7.3	7.3
1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	T	T	R	R	R	R
2	R	R	R	R	R	R	R	R	R	T	T	R	R	R	R
3	T	R	R	R	R	R	R	R	R	T	R	R	R	R	R
4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	T	R	R	R	R	R
5	R	R	R	R	R	R	R	R	R	T	T	R	R	R	R

R= Relevan - T = Tidak Relevan

Data training pada tabel 1 yang didapatkan dari hasil kuesioner pakar/ahli ergonomi dan kualitas perangkat lunak selanjutnya dilakukan analisa menggunakan metode koefisien *Cohen's Kappa*. Metode koefisien kappa merupakan salah satu metode yang digunakan untuk proses validitas dalam mencari nilai kesepakatan antar pakar/ahli yaitu dengan membandingkan data antara pakar E1 dan E2, E1 dan E3, E1 dan E4, dan seterusnya. Setelah dilakukan analisa terhadap data training tabel II, didapatkan nilai kesepakatan antar pakar/ahli seperti tabel III.

Tabel III
Hasil Kesepakatan Pakar/Ahli

Ekspert/ pakar	1	2	3	4	5
1					
2	1				
3	0.437	0.437			
4	0.616	0.616	0.616		
5	1	1	0.437	0.616	

Untuk menentukan data dari pakar/ahli yang akan dijadikan sebagai acuan dalam langkah pengujian metrik dilakukan proses klastering terhadap data tabel. Proses klastering dilakukan dengan menggunakan metode klastering *agglomerative complete linkage*. Dalam metode *complete linkage* memberikan kepastian bahwa semua item-item dalam satu klaster berada dalam jarak paling jauh (similaritas terkecil) satu sama lain (Hartini, 2010).

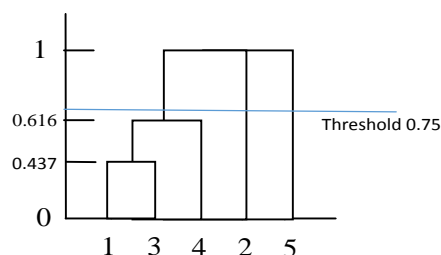
Tabel IV
Data Training Hasil Pengguna

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
G1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
G2	T	T	T	Y	T	T	Y	Y	T	T	T	Y	T	T	T	T	T	T	T	T
G3	Y	T	Y	Y	Y	Y	Y	Y	T	Y	T	T	T	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
G4	Y	T	T	Y	T	T	Y	Y	T	Y	Y	Y	T	T	Y	T	T	T	Y	T

Algoritma *agglomerative* pada umumnya dimulai dengan menentukan entri (elemen matriks) dalam rumus $D = \{dik\}$ dan menggabungkan objek-objek yang bersesuaian

Dari hasil klastering dendrogram gambar 2, didapatkan 3 kelompok klaster dengan nilai yang berbeda yaitu 0.437, 0.616 dan 1. Dengan memberikan *threshold* sebesar 0.75 didapatkan 2 kelompok klaster yang memiliki kemiripan tinggi yaitu pakar/ahli E2 dan E5. Dari pendapat kelima pakar/ahli ergonomi dan model kualitas yang didapatkan, pendapat pakar/ahli E2 dan E5 dijadikan acuan untuk pengujian selanjutnya yaitu pengujian atribut-atribut metrik ergonomi yang diusulkan kepada pengguna perangkat lunak permainan.

Dendrogram – Complete Linkage



Gambar 2. Dendrogram hasil klastering data pakar/ahli

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

Skenario pengujian metrik ergonomi yang diusulkan menggunakan 4 genre perangkat lunak permainan diberikan kepada pengguna. Dari 4 genre perangkat lunak permainan ditentukan oleh peneliti dan pakar yaitu 2 genre dianggap nyaman dan 2 genre dianggap tidak nyaman.

Dari hasil pengujian langsung metrik ergonomi yang

diusulkan terhadap 20 responden, didapatkan data training seperti tabel IV. Selanjutnya data training tersebut akan diklasifikasikan dengan data training yang telah ditentukan oleh peneliti dan pakar.

Data training tersebut selanjutnya diklasifikasi menggunakan *tools weka* dan dicari *information gain* nya untuk mendapatkan keakuratan atribut-atribut data training terhadap data dari pengguna. Proses klasifikasi data training menggunakan classifier trees J48 dan klasifikasi data training menggunakan *test option use training set* pada *tools weka*. Proses klasifikasi data training tersebut menghasilkan data seperti gambar 3.

```

=== Evaluation on training set ===
--- Summary ---

Correctly Classified Instances 62      77.5 %
Incorrectly Classified Instances 18      22.5 %
Kappa statistic 0.55
Mean absolute error 0.3131
Root mean squared error 0.3957
Relative absolute error 65.1681 %
Root relative squared error 80.7662 %
Total Number of Instances 80

--- Detailed Accuracy By Class ---

      TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  ROC Area  Class
-----
0.729  0.256  0.675  0.725  0.795  0.819  Y
0.444  0.277  0.475  0.844  0.575  0.819  T
Weighted Avg.  0.775  0.202  0.795  0.775  0.777  0.819

--- Confusion Matrix ---

a b <-- classified as
55 13 | a = Y
 8 27 | b = T
  
```

Gambar 3. Hasil klasifikasi data training pengguna dengan *tools weka*

Hasil klasifikasi data training pada gambar 3, didapatkan output akurasi sebesar 77.5% dengan jumlah *correctly classified instances* sebanyak 62 data dan jumlah *incorrectly classified instances* sebesar 22.5% atau sebanyak 18 data. Selain itu dari hasil klasifikasi gambar 3 didapatkan kesepakatan kappa sebesar 0.55 dari pengujian terhadap 80 data training yang diklasifikasi. Proses analisa yang kedua yaitu mencari *information gain* pada tiap-tiap atribut yang telah diklasifikasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui atribut-atribut mana yang dianggap tidak memiliki pengaruh terhadap aspek kenyamanan dalam aplikasi perangkat lunak permainan.

Analisa pertama dilakukan pada semua data training untuk mengetahui ranking terhadap *information gain* tiap-tiap atribut. Proses identifikasi untuk tiap-tiap atribut menggunakan algoritma pada *weka* dengan evaluator dan fitur seleksi *information gain* serta menggunakan metode pada *weka*. Hal ini merujuk pada penelitian yang sudah ada (Finlay, Connor, & Pears, 2010). Hasil dari uji coba perankingan 13 atribut metrik ergonomi dapat dilihat pada gambar 4.

Attribute Evaluator (supervised, Class (nominal): 14 CLASS):
Information Gain Ranking Filter

```

Ranked attributes:
0.24430031159928656 6 A6
0.24430031159928656 12 A12
0.24430031159928656 10 A10
0.223356870468440096 13 A13
0.223356870468440096 5 A5
0.162988014276951548 2 A2
0.162988014276951548 7 A7
0.162988014276951548 1 A1
0.162988014276951548 11 A11
0.023550222849028524 3 A3
0.022205939426096944 8 A8
0 4 A4
-0.000300000000000999 9 A9
  
```

Selected attributes: 6,12,10,13,5,2,7,1,11,3,8,4,9 : 13

Gambar 4. Rangking infogain pada uji 13 atribut dengan *tools weka*

Dari hasil proses perankingan awal *information gain* terhadap seluruh atribut-atribut pada data training seperti gambar 4, didapatkan nilai ranking tertinggi terhadap 3 atribut yaitu A6, A12 dan A10 serta 2 atribut yang memiliki nilai ranking paling kecil dibawah 0 yaitu atribut A4 dan A9. Analisa selanjutnya dilakukan uji coba dengan menghapus kedua atribut A4 dan A9 dari data training.

```

Correctly Classified Instances 62      77.5 %
Incorrectly Classified Instances 18      22.5 %
Kappa statistic 0.55
Mean absolute error 0.3131
Root mean squared error 0.3957
Relative absolute error 65.1681 %
Root relative squared error 80.7662 %
Total Number of Instances 80

--- Detailed Accuracy By Class ---

      TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  ROC Area  Class
-----
0.729  0.256  0.675  0.725  0.795  0.819  Y
0.444  0.277  0.475  0.844  0.575  0.819  T
Weighted Avg.  0.775  0.202  0.795  0.775  0.777  0.819

--- Confusion Matrix ---

a b <-- classified as
55 13 | a = Y
 8 27 | b = T
  
```

Gambar 5. Hasil uji coba menghapus atribut A4 dan A9 dengan *tools weka*

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan dengan menghapus kedua atribut A4 dan A9 seperti gambar 5, didapatkan keluaran statistic kappa yang sama dengan uji coba 13 atribut sebesar 0.55. Hal ini dapat disimpulkan bahwa atribut A4 dan A9 dianggap tidak memiliki pengaruh terhadap aspek kenyamanan dalam desain ergonomi kenyamanan untuk perangkat lunak permainan. Menurut dalam tabel keerratan kesepakatan kappa nilai statistic kappa 0.55 termasuk dalam kategori sedang (*moderate agreement*).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap ke 13 atribut metrik ergonomi yang telah disepakati oleh pakar/ahli ergonomi dan kualitas perangkat lunak, didapatkan 11 atribut metrik ergonomi yang memiliki pengaruh terhadap kenyamanan dalam desain perangkat lunak permainan. Dua atribut

dianggap tidak memiliki pengaruh terhadap kenyamanan karena dalam hasil pengujian dengan mencari rangking dari tiap atribut, kedua atribut tersebut memiliki nilai infogain dibawah 0 yaitu atribut ke 4 *Ease of installation & Ease of Setup Re-try* dan atribut ke 9 *Access controllability*.

Dari hasil analisa pengujian metrik ergonomi yang diusulkan, dapat disimpulkan 11 atribut yang diujikan dalam perangkat lunak permainan offline berbasis dekstop dapat mengkarakteristikan dari sudut pandang ergonomi apakah sebuah perangkat lunak permainan offline berbasis dekstop nyaman atau tidak

Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian dimana akurasi pengujian dan kesepakatan kappa yang masing-masing bernilai 77.5% dan 0.55. Sesuai dengan tabel keerratan kesepakatan dalam metode koefisien kohen kappa (*Strength of agreement*) yang berarti sedang (*moderate agreement*).

V. SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

a. Setelah dilakukan pengujian terhadap jenis perangkat lunak permainan berbasis offline desktop. Dibutuhkan pengujian ulang untuk jenis perangkat lunak permainan berbasis jaringan, online atau perangkat lunak piranti bergerak. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan terhadap kebutuhan dari masing-masing jenis perangkat lunak permainan, sehingga metrik ergonomi yang dihasilkan dapat digunakan untuk semua jenis perangkat lunak permainan. Hal tersebut dikarenakan adanya atribut-atribut yang berbeda pada jenis perangkat lunak berbasis jaringan ataupun desain interface untuk jenis perangkat lunak berbasis mobile berbeda dengan perangkat lunak berbasis offline desktop.

b. Penentuan kualifikasi pakar/ahli ergonomi dan kualitas perangkat lunak dapat mempengaruhi internal validity. Untuk itu dibutuhkan kriteria pakar/ahli ergonomi dan kualitas perangkat lunak yang lebih sah agar dihasilkan data yang valid.

REFERENSI

- [1] Bevan, Nigel & Azuma, Motoei. (1997). *Quality in Use: Incorporating Human Factors into the Software Engineering Lifecycle*. IEEE, 169–179.
- [2] Bichteler, J. *Technostress in libraries: Causes, effects and solutions. The Electronic Library*, 5 (5): 282-287 (1987).
- [3] Bridger, R. (2008). *Introduction to Ergonomics 2nd Edition*. London & New York: Taylor & Francis.
- [4] Cohen J (1960). *Coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement*, 20: 37–46
- [5] Finlay, Jacqui; Connor, Dr Andy M.; Pears, Dr Russel (2010). *Mining Software Metrics from Jazz*. Auckland University of Technology.
- [6] Hartini, Entin. (2010). *Metode Clustering Hirarki*. Pusat Pengembangan Teknologi Informasi dan Komputasi BATAN.
- [7] *International Ergonomics Association, I.* (2002). *Definition and Domains of ergonomics*. Di akses oktober 09, 2014, from what is Ergonomics: <http://www.iea.cc/whats/index.html>
- [8] NIOSH. (2014). *Ergonomic. National Institute of Occupational Safety & Health*: <http://www.niosh.com/my/>
- [9] Osborne, D. (1995). *Ergonomics at Work, third edition*. Chichester: John Wiley & Sons.
- [10] OSHA. *OSHA Ergonomics*. Diakses 10 juni 2014, the unofficial Guide to the osha: <http://www.oshax.org/info/articles/ergonomics>
- [11] Priyatno, Agus. (6 juni 2010). *Estetika dalam seni dan desain*. Diakses Januari 13, januari 2014. www.ismanadi.blogspot.com/2010/06/estetika-dalam-seni-dan-desain.html
- [12] Rodrigues, H. F. (1993). *The Ergonomic Impact of Technology On Libraries*. <http://web.simmons.edu/~chen/nit/NIT'93/93-313-rodri.html>
- [13] Sutalaksana, D. Z. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Jurusan TI - ITB.
- [14] Wingjosoebroto. 2000. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta: kanisius.
- [15] Yang, Zhonglian; Sun, Shouqian; Chen, Guodong. (2009). *Evaluating Sitting Comfort with Questionnaire and Body Pressure Distribution: Overview and Design*. IEEE, 1443 – 1447.