

Survey Teknik-Teknik *Design User interface* Menggunakan *Systematic Literature Review*

Muhammad Afrizal Rizky Widyanto^{1,*}, Syarif Hidayatullo², Amalia Dieni Tsabita³, Muhammad Ainul Yaqin

Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Indonesia

¹19650048@student.uin-malang.ac.id; ²19650057@student.uin-malang.ac.id; ³19650061@student.uin-malang.ac.id,
⁴yaqinov@ti.uin-malang.ac.id

* *corresponding author*

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima: 11 Juni 2021

Direvisi: 5 Agustus 2023

Diterbitkan: 30 Agustus 2023

Kata Kunci

Metadata

Model-driven method

Multimodal Display

User Interface Design

Systematic Literature Review

ABSTRAK

Teknik-Teknik *Design User Interface* merupakan proses dan teknik yang diperlukan untuk membuat desain antarmuka sebuah *software*. Agar proses desain antarmuka dapat diterapkan dengan baik, maka diperlukan Teknik *Design User Interface* yang dapat dijadikan acuan dalam proses desain antarmuka sebuah *software*. Teknik tersebut berfungsi menggabungkan beberapa masukan untuk menghasilkan sebuah desain pada sebuah *software*. Terdapat beberapa teknik *Design User Interface*, diantaranya adalah *model-driven method*, web, dan *multimodal user interface design*. Dalam penelitian ini, dilakukan survey Teknik-Teknik *Design User Interface* dengan menggunakan metode SLR. Survey bertujuan untuk melakukan perbandingan dan klasifikasi terhadap Teknik *Design User Interface*. Hasil dari survey ini berupa *Multimodal Display* sebagai teknik multi input yang relevan. TapTap sebagai teknik desain *user interface* yang menunjang disabilitas. Metadata sebagai jembatan antarmuka antara aplikasi dengan basis data.

PENDAHULUAN

User Interface Design atau dalam bahasa Indonesia disebut desain antarmuka pengguna merupakan sub-bagian dari bidang studi Interaksi Manusia dan Komputer. Interaksi Manusia dan Komputer merupakan studi, perencanaan dan desain tentang Kerjasama antara manusia dan komputer untuk memenuhi kebutuhan manusia secara efektif. *User Interface* merupakan bagian dari komputer yang dapat dilihat, didengar, dirasakan, dapat berbicara, ataupun dipahami secara langsung. *User Interface* memiliki 2 komponen, yaitu input dan output. Kedua komponen ini harus saling berkaitan agar menghasilkan desain yang layak[1].

Penelitian tentang desain *user interface* (antarmuka pengguna) berevolusi dan dikembangkan dalam beberapa puluh tahun terakhir[2]. Desain ini mencakup berbagai macam metode, tergantung dari tujuan penggunaan dan pemakaian pada *device* yang berbeda. Desain *user interface* meliputi perubahan *wireframe* menjadi *visual design* (*low fidelity to high fidelity*)[3]. Desain *user interface* sangat penting dalam pembuatan *software*. Desain ini berperan sebagai komponen utama dalam sebuah *software*[4]. *User interface* berfungsi menghubungkan interaksi pengguna pada sistem. Namun, tidak ada konsep teknis yang jelas tentang *user interface*. Dalam perkembangannya, desain ini berfokus pada aplikasi visual dan grafis dalam tampilan sebuah program. Awalnya, teknik desain *user interface* menggunakan model untuk menentukan tampilan sistem. Teknik tersebut berkembang seiring munculnya berbagai macam input yang dapat dilakukan. Misalnya, *button* untuk memudahkan interaksi fisik pengguna, *icon* untuk memberikan umpan balik visual, dan *touchscreen* untuk umpan balik *real-time*.

Masalah penelitian meliputi jenis pengguna dari *software*[5] dan data penelitian. Pertama, *developer* membutuhkan *software* dengan tingkat fungsionalitas yang tinggi. Pada awal perkembangannya, *software* hanya di desain untuk *programmer* sehingga pengguna *non-technical* tidak dapat menjalankan *software* dengan baik. Moggridge[5] menyebut fenomena ini sebagai “ramah ke sistem, kejam ke pengguna”. Kedua, kurangnya fleksibilitas dan data penelitian dalam teknik desain *user interface*. Masalah tersebut dirumuskan berdasarkan riwayat perkembangan yang telah dipaparkan di paragraf sebelumnya. Sebagian besar data yang ditinjau merupakan hasil dari *conference* dan *proceedings*, sehingga tidak banyak studi kasus yang dapat dijadikan acuan implementasi teknik desain *user interface*. Adaptabilitas *user interface* juga menjadi kendala apabila diimplementasikan dalam *environment* yang berbeda. Dua metode yang populer digunakan (*model-driven method* dan *multimodal user interface design*) terbatas pada model aplikasi dan *input* pada *device* yang digunakan. Sehingga implementasi dari teknik tersebut terkesan kurang efektif.

Urgensi dari penelitian ini menunjukkan teknik-teknik desain *user interface* digunakan secara individual pada masing-masing teknik (*model-driven*, *modalities*). Data yang ada sebagian besar membahas optimalisasi desain *user interface* untuk pengguna disabilitas[3][6][7] dan pengguna lansia[8][9][10]. Data yang ada hanya untuk satu jenis teknik saja (*model-driven*) (*modalities user interface*). Teknik-teknik desain *user interface* hanya fokus pada salah satu individu saja[11]. Sedangkan untuk *developer*, *interface* terlalu rumit sehingga user tidak bisa melakukan kustomisasi. Tahun 2010 keatas, teknik desain *user interface* fokus terhadap optimisasi *mobile*. Penelitian terbaru pada tahun 2017, HCI tentang teknik desain *user interface* bukan topik yang relevan setelah tahun tersebut.

Survey ini bertujuan untuk memberikan tinjauan komprehensif terhadap teknik-teknik desain *user interface* dari riwayat penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian tersebut akan diulas kembali dan diklasifikasikan berdasarkan jenis desain *user interface* yang digunakan. Ulasan tersebut diharapkan dapat memberikan acuan tentang teknik-teknik desain *user interface* dengan klasifikasi *device* yang digunakan dan efisiensi implementasi baik pada *user* maupun *developer*. Metode penelitian yang digunakan adalah Tinjauan Literatur Sistematis (SLR) pada jurnal-jurnal yang signifikan[12]. Jurnal tersebut digunakan sebagai data utama dalam penelitian. Penelitian dilakukan pada jurnal yang diterbitkan antara tahun 1993 sampai dengan 2019. Selanjutnya, akan dilakukan tinjauan sistematis, pemilihan data, dan sintesis data.

Desain *user interface* mengalami tantangan dalam keberagaman *device* dan sistem input. Masing-masing *device* memiliki fungsionalitas dan tujuan penggunaan yang berbeda sehingga mempengaruhi model desain[13]. Peran *user interface* adalah melakukan uji terhadap tingkat *user friendliness* dari sebuah aplikasi. Perlu adanya *usability testing* untuk menentukan apakah desain layak disajikan pada pengguna. Jika desain dirasa tidak layak atau memiliki kekurangan, nantinya *user interface* tersebut akan disempurnakan kembali. Pada akhirnya, yang menentukan hasil dari proses desain adalah pengguna itu sendiri. Teknik-teknik desain *user interface* dikembangkan untuk membantu *developer* dalam merancang proses desain. Namun, tidak ada konsep teknis yang secara jelas menggambarkan bagaimana seharusnya desain *user interface* dibuat. Selain itu, desain *user interface* senantiasa berubah seiring munculnya tren baru. Setiap *device* memiliki ukuran *frame* dan tujuan penggunaan yang berbeda, sehingga diperlukan adanya gambaran umum mengenai teknik desain *user interface*.

Dalam perkembangannya, terdapat tiga teknik yang secara umum digunakan dalam proses desain *user interface*. Teknik pertama adalah *model-driven method* atau *model-based design*. *Model-driven method* merupakan teknik desain *user interface* interaktif yang menggabungkan *framework* dan *story-boarding* dalam merancang model sebuah

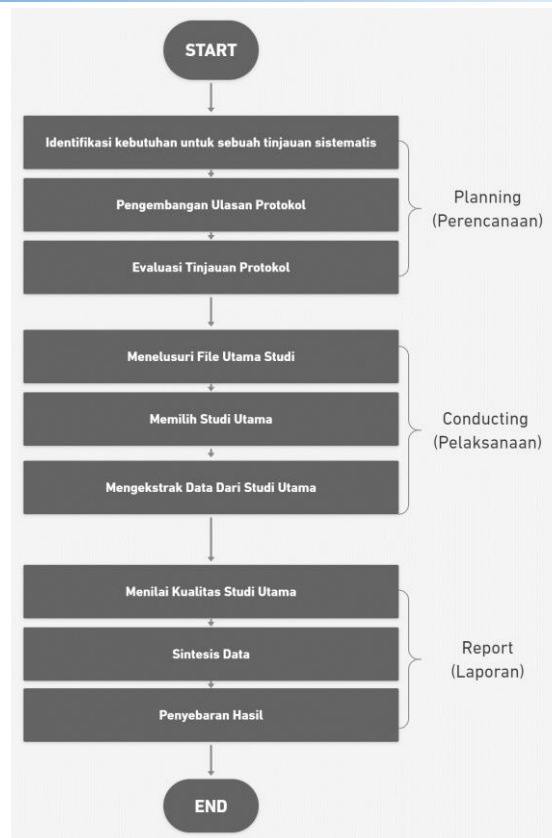
aplikasi[14]. Teknik kedua adalah *multimodal user interface design*. Sistem multimodal menggabungkan berbagai macam mode *input* (seperti gestur, tatapan, sentuhan, ataupun suara) dengan hasil multimedia. Pertambahan minat pada pengembangan *multimodal design* sebagian besar didasari oleh tujuan mendukung sarana *Human-computer Interaction* yang lebih transparan, fleksibel, efisien, kuat, dan ekspresif[15]. Teknik ketiga berhubungan dengan desain *user interface* pada web. Teknik ini meliputi proses manipulasi data pada platform web.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa dari tiga teknik umum yang digunakan, *model-driven method* adalah yang paling banyak dikembangkan. Teknik ini dikembangkan berdasarkan minat pengguna dan kebutuhan pasar *mobile software* yang semakin tinggi[16]. Teknik kedua yang paling banyak dikembangkan adalah web. Beberapa teknik web dikembangkan untuk memudahkan pengambilan dan penyimpanan data[17]. Namun, beberapa diantaranya sudah tidak banyak digunakan. Sedangkan, teknik multimodal user-interface design membutuhkan penggabungan dengan teknik lain untuk implementasi[4]. Berdasarkan hasil penelitian, manfaat yang didapatkan berupa gambaran umum mengenai acuan teknik-teknik desain *user interface* berdasarkan masing-masing klasifikasi. Penelitian ini disusun sebagai berikut. Pada bagian 1, dijelaskan latar belakang penelitian dan garis besar penelitian. Pada bagian 2, metodologi riset dijelaskan. Hasil pembahasan dan teknik-teknik yang ada dalam dataset akan dijelaskan pada bagian 3, beserta alasan pemilihan teknik-teknik desain *user interface* tersebut. Terakhir, penelitian ini dirangkum pada bagian kesimpulan.

METODE

Systematic Literature Review (SLR)

Systematic Literature Review merupakan sebuah studi sekunder (studi berdasarkan analisis dari studi sebelumnya) yang digunakan untuk mencari, melakukan evaluasi kritis dan mendeduksi riset (studi primer) dengan masalah penelitian dan tujuan penelitian yang spesifik[18]. Metode ini dipilih karena sesuai dengan tujuan utama penelitian, yaitu melakukan *survey* dan menghasilkan review secara objektif terhadap riset primer. Sembilan tahapan utama tersebut terdiri dari 3 bagian, yaitu perencanaan (tahap 1-3), pelaksanaan penelitian (tahap 4-6), dan laporan penelitian (tahap 7-9). Pada tahap perencanaan, dilakukan identifikasi kebutuhan SLR. Tujuan dari pelaksanaan SLR dijelaskan pada bagian pendahuluan. Lalu, SLR pada teknik-teknik *design user interface* diidentifikasi dan ditinjau. Protokol tinjauan dibuat berdasarkan masalah dan tujuan penelitian agar tidak terjadi tinjauan subjektif [12]. Protokol tinjauan disajikan pada bagian 2.2, 2.3, dan 2.4. Protokol tersebut dikembangkan dan dievaluasi pada tahap pelaksanaan dan pembuatan laporan.



Gambar 1. Tahapan SLR

Planning

Tabel 1. Tinjauan Pertanyaan Penelitian

Populasi	Perancangan Antarmuka Pengguna, Antarmuka Pengguna Teknik Design, Antarmuka Metode <i>Design</i> , Pola <i>Design</i> Antarmuka Pengguna
Intervensi	Teknik desain <i>user interface</i> , <i>user interface design techniques</i> , <i>user interface design method</i> , <i>model-based user interface design</i> , <i>multimodal user interface design</i>
Perbandingan	Kemudahan pemakaian, performa dan kemungkinan implementasi
Hasil	Efisiensi teknik desain <i>user interface</i> , Perkembangan teknik desain <i>user interface</i>
Konteks	<i>Survey</i> dilakukan berdasarkan literatur yang sesuai, berupa jurnal, makalah, artikel, buku, konferensi, proceedings, dan lecture notes

Tabel 2. Pertanyaan dan Tujuan Penelitian

	Pertanyaan Penelitian (RQ)	Tujuan Penelitian
RQ1	Apa saja jurnal yang paling signifikan terhadap teknik <i>design</i> antarmuka pengguna?	Identifikasi jurnal yang paling signifikan dengan teknik <i>design User interface</i>
RQ2	Siapa penelliti yang paling aktif dan paling memberikan kontribusi dalam teknik desain <i>user interface</i> ?	Identifikasi penelliti yang paling aktif dan paling memberikan kontribusi dalam teknik desain <i>user interface</i>
RQ3	Apa topik penelitian yang paling banyak dipilih oleh peneliti dalam bahasan teknik desain <i>user interface</i> ?	Identifikasi topik dan tren penelitian dalam teknik desain <i>user interface</i>
RQ4	Apa saja metode yang digunakan dalam teknik desain <i>user interface</i> ?	Identifikasi metode yang digunakan dalam teknik desain <i>user interface</i>

Tahapan pertama berupa planning dengan menentukan pertanyaan penelitian atau *Research Question* (RQ). Pertanyaan penelitian dibuat agar laporan penelitian dapat terfokus pada bahasan utama penelitian. Pertanyaan ini dibuat dengan kriteria metode PICOC[19]. Tabel 1 menunjukkan struktur dari pertanyaan penelitian dan Tabel 2 menunjukkan pertanyaan dan tujuan penelitian.

Ditinjau dari riset primer, diidentifikasi jurnal yang signifikan terhadap teknik-teknik *design user interface* (RQ1). Selanjutnya, diidentifikasi peneliti yang berkontribusi paling besar (RQ2). Topik penelitian yang paling banyak dipilih dalam teknik-teknik *design user interface* diidentifikasi pada RQ3. Selanjutnya, dilakukan pengolahan data (metode dan faktor yang mempengaruhi) pada dan identifikasi teknik *design user interface* yang paling efisien. Terakhir, kesimpulan membahas rangkuman dari RQ1-RQ5.



Gambar 2. Mind Map SLR Survey Teknik-Teknik *Design User interface*

Gambar 2 menunjukkan garis besar peta konsep dari SLR. Tujuan primer dari SLR ini adalah identifikasi teknik-teknik *design user interface*.

Conducting

Tahapan *conducting* berupa pembuatan strategi pencarian dan terdiri dari beberapa aktivitas, diantaranya pemilihan perpustakaan digital, pelaksanaan pencarian, dan pemilihan dataset dari pencarian yang telah dilakukan. Wahono [12] mengatakan bahwa, tahapan strategi pencarian penting untuk memastikan keluasan data yang digunakan dalam penelitian.

("user interface" OR "design" ("user interface" OR "interface" OR "software user interface"))

AND

("technique" OR "method" OR "principle")

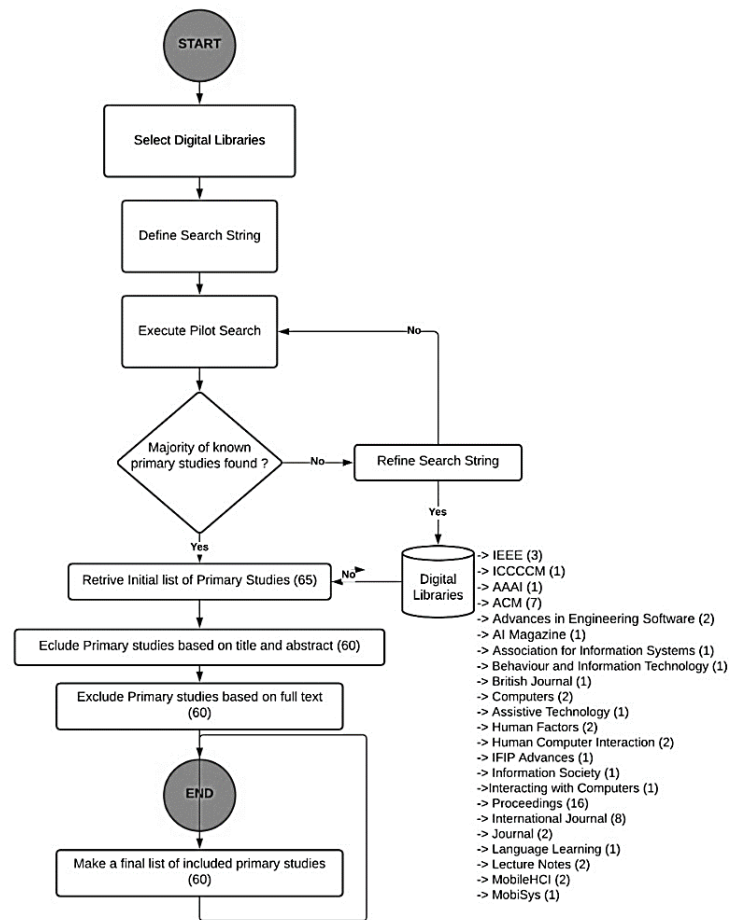
AND

("Systematic Literature Review" OR "systematic review" OR "SLR" OR "overview" OR "review" OR "conference" OR "proceedings" OR "lecture note" OR "study" OR "analysis" OR "journal")

Pencarian sumber literatur dilakukan dalam rentang waktu Februari – Mei 2021. Basis perpustakaan digital yang digunakan antara lain: Google cendekia, IEEE, ScienceDirect, Springer, Elsevier, dan ACM. Dari pencarian tersebut didapatkan 75 hasil dokumen, baik berupa paper, jurnal, buku, konferensi, *proceedings*, maupun *lecture notes*.

Seleksi Studi

Tahapan seleksi studi berupa penelitian jurnal dan dilakukan pemilihan riset primer yang akan digunakan sebagai dataset.



Gambar 3. Proses pencarian data dan seleksi studi

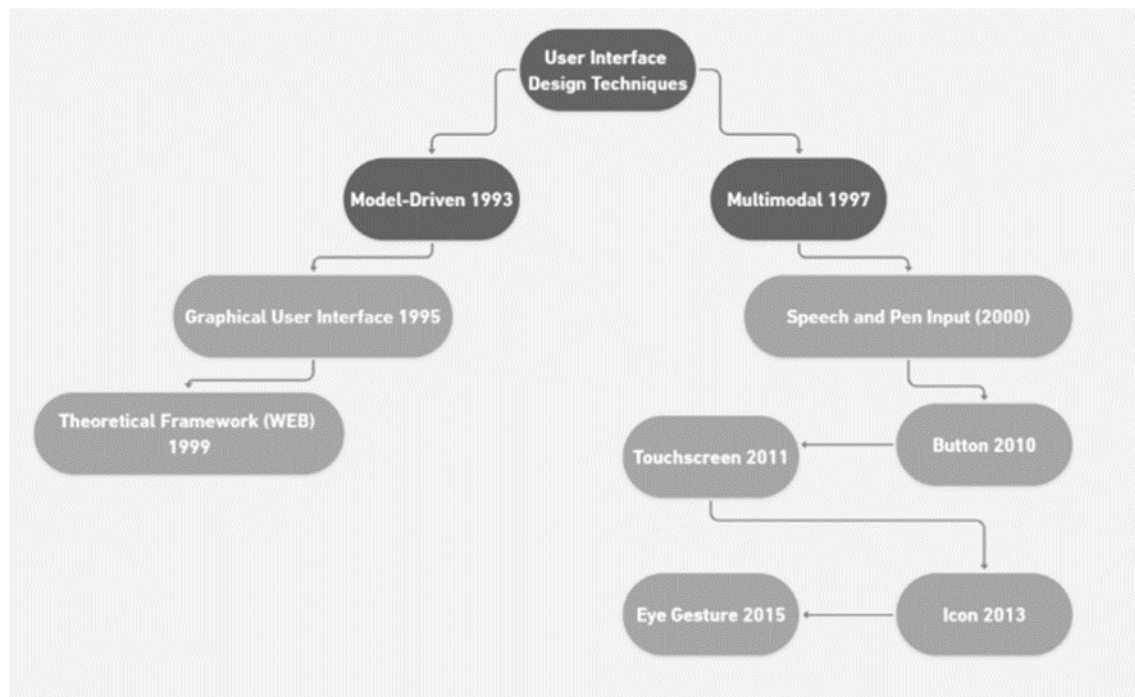
Gambar 3 Menunjukkan proses pencarian data secara lebih rinci. Dimulai dari *Execute Pilot Search* hingga *make a final list of included primary studies*. Menghasilkan data *digital libraries*.

Tabel 3. Kriteria Pemilihan Jurnal Acuan

Kriteria Inklusi	Kriteria Pengecualian
Studi dilakukan di Makalah Penelitian	Makalah yang tidak berisi metode atau teknik atau pola desain <i>user interface</i>
Studi yang Membahas Teknik Desain <i>User Interface</i> atau Metode atau Pola	
Baik makalah konferensi, symposium, analisis, atau survey akan diikutkan	

Tabel 3 menunjukkan kriteria pemilihan jurnal. Kriteria pemilihan jurnal dibagi menjadi 2 bagian. Diantaranya kriteria inklusi dan kriteria pengecualian.

Sintesis Data dan Penilaian Kualitas



Gambar 4. Hasil sintesis data

Penilaian kualitas (tahap 8) dilakukan untuk menetapkan dasar sintesis data dan menentukan kredibilitas jurnal yang digunakan sebagai referensi. Tujuan dari sintesis data adalah menyimpulkan dan mengumpulkan jawaban dari pertanyaan penelitian[12]. Penggabungan data dari berbagai referensi penelitian akan memperkuat hasil temuan. Dalam jurnal ini, data diekstraksi dalam bentuk kualitatif. Secara umum, metode sintesis yang digunakan menggunakan proses naratif. Data yang diambil nantinya akan divisualisasikan dalam bentuk tabel dan diagram untuk memudahkan proses pembacaan.

Pengumpulan Data

Tabel 4. Data Primer

Jenis Desain User Interface	Tahun	Judul	Penulis
Desain User Interface Mobile	2005	<i>Interface design for mobile applications</i> [4]	Adipat, Boonlit Zhang, Dongsong
	2008	<i>Research approaches to mobile use in the developing world: A review of the literature</i> [20]	Donner, Jonathan
	2008	<i>Who, what, where & when: A new approach to mobile search</i> [21]	Church, Karen Smyth, Barry
	2010	<i>One-handed thumb interaction of mobile devices from the input accuracy perspective</i> [22]	Park, Yong S. Han, Sung H.
	2015	<i>Mobile for older adults: Towards designing multimodal interaction</i> [8]	Ferron, Michela Mana, Nadia Mich, Ornella

	2015	<i>Method for mobile user interface design patterns creation for iOS platform</i> [23]	Wetchakorn Thara; Prompoon, Nakornthip
	2016	<i>Generative Software Development Techniques of User Interface: Survey and Open Issues</i> [16]	Sbouï, Thouraya Ayed, Mounir B.
Desain User Interface Web	2009	<i>A model-driven approach to building modern Semantic Web-Based User Interfaces</i> [24]	Chavarriaga, Enrique Macías, José A
	2013	<i>A Metadata Approach for Building Web Application User Interface</i> [17]	Saputra, Dimas Gilang Azizah, Fazat Nur
	2013	<i>User interfaces for semantic authoring of textual content: A Systematic Literature Review</i> [25]	Khalili, Ali Auer, Sören
	2013	<i>WEBSTUIRE: WEB-based support tool for user interface requirements elicitation</i> [26]	Soltanian Bojnord, Azita Binti Ahmad, Rodina Soltanian Bojnord,
	2016	<i>An environment for End-User Development of Web mashups</i> [27]	Ghiani, Giuseppe Paternò, Fabio Spano, Lucio Davide Pintori, Giuliano
Desain User Interface Intuitif / Adaptif	2000	Assistant agents for the world wide web intelligent interface design challenges[28]	Keeble, R. J; Macredie, R. D.
	2005	DynaMo-AID: A design process and a runtime architecture for dynamic model-based user interface development[29]	Clerckx, Tim; Luyten, Kris; Coninx, Karin
	2008	<i>Challenges to the Model-Driven Generation of User Interfaces at Runtime for Ambient Intelligent Systems</i> [30]	Adam, Sebastian; Breiner, Kai; Mukasa, Kizito; S. Trapp, Marcus
	2010	Development of context-adaptive applications on the basis of runtime user interface models[31]	Lehmann, Grzegorz; Blumendorf, Marco; Albayrak, Sahin
	2015	Model-based approach for engineering adaptive user interface requirements[32]	Park, Kibeom; Lee, Seok Won

Dari 75 dokumen yang didapatkan, dipilih 22 paper yang sesuai dengan kriteria inklusi. Tabel 4 menunjukkan jenis teknik yang digunakan, judul paper, tahun penelitian, dan penulis yang berkontribusi.

Analisis Data

Tabel 5. Klasifikasi teknik berdasarkan kelebihan dan kekurangan

Teknik	Kelebihan	Kekurangan
Information and Communication Technology for Development (ICTD) [20]	+Menekankan pada evaluasi sistem atau aplikasi komunikasi seluler yang ada	- Hanya fokus pada interaksi faktor sosial, ekonomi, dan budaya dengan pola penggunaan seluler yang ada
Visualization[4]	+ penyajian informasi yang memanfaatkan presentasi grafis tingkat lanjut yang didukung oleh komputer untuk menampilkan data	- masalah presentasi konten di perangkat seluler. - visual di ultra device mungkin tidak terlihat karena space terlalu kecil.
Adaptive Interface[4]	+ Penggunaan antarmuka adaptif di lingkungan seluler bermanfaat bagi pengguna dari dua perspektif: 1)	- Harus memperhatikan properti yang harus dimiliki antarmuka adaptif

	memberikan informasi tambahan yang diketahui menarik bagi pengguna tertentu. dan 2) menyesuaikan gaya dan format presentasi sesuai dengan preferensi dan karakteristik pengguna	
Multimodal Display[4]	+ menyajikan informasi dalam berbagai bentuk modalitas	- Hanya untuk ukuran layar seluler yang kecil
TapTap[22] (Modality)	+ meningkatkan akurasi input sentuhan langsung berdasarkan strategi multiplexing temporal	- membutuhkan waktu lebih lama untuk memilih target daripada input sentuhan langsung,
result-gisting[21]	+ menyediakan alternatif informatif untuk teks cuplikan	- hanya karakteristik data yang diketahui
ECOMODE (<i>Event-Driven Compressive Vision for Multimodal Interaction with Mobile Devices</i>)[8]	+ merancang interaksi multimodal yang cocok untuk pengguna lansia	- harus memperhitungkan kemungkinan masalah karena gangguan tangan dan lengan (misalnya carpal-tunnel, distrofi otot, artritis) atau hanya karena penuaan
Mobile User Interface Design Patterns Retrieval (MUIDPR)[23]	+mendukung penerapan pola desain pada <i>mobile environment</i>	-pengguna hanya dapat meletakkan permintaan sesuai dengan minatnya
MDE (<i>Model Driven Engineering</i>)[16]	+peningkatan abstraksi	-kurangnya jangkauan abstraksi
MBUID (<i>Model Based User Interface Development</i>)[16]	+mendefinisikan <i>user interface</i> khusus berdasarkan model yang digunakan	-belum banyak model yang diperbarui
SPL (<i>Software Product Line</i>)[16]	+Pemodelan fitur dengan menggunakan Fitur Diagram (FD)	-alat/ <i>tools</i> yang digunakan adalah teknologi lama
Metadata[17]	+dapat melakukan <i>tracking</i> dan <i>mapping</i> pada <i>resource</i>	-kurang dalam penerapan hubungan diagram hierarki
MashUp[27]	+memiliki editor untuk membuat <i>widget</i> baru dari komponen <i>mash up</i> yang ada	-tidak dapat berbagi <i>mash up</i> dan komponen yang dapat digabungkan terbatas
WebStuire[26]	+membantu <i>developer</i> dalam membuat <i>user interface</i> dengan cara menggabungkan teknik berbasis skenario dan pembuatan <i>prototype</i>	-sulit membuat <i>sequence diagram</i> dalam penerapan WebStuire
XML (Extensible Markup Language)[24]	+melakukan transformasi ke HTML dan menggabungkannya dengan CSS, menggabungkan komponen transport AJAX untuk mendapatkan hasil interaktif yang lebih baik, menyediakan widget dengan fasilitas layanan web atau cukup mengubahnya menjadi dokumen XML lainnya	-jumlah elemen terbatas
OntoWiki[25]	+mendukung pencarian semantic dalam web	-hanya mendukung pembuatan UI terstruktur

-penggabungan ambient intelligence dengan model-driven method -MB-UID[30]	+ambient intelligence tidak hanya memberikan layanan pada sebuah environment, tapi juga dapat menggabungkannya untuk memberikan layanan yang baru. (misal penggabungan layanan data storage dan telepon dapat memberikan pelayanan pelanggan)	-kurangnya alat dan mesin untuk pembuatan user interface design pada platform dan environment yang berbeda -pembentukan fungsionalitas pada asset penting usability masih sulit untuk dilakukan
-konsep 'software agents' -agent tersebut dapat bekerja secara otonom untuk membantu user	+dapat mendukung user +lebih memberikan petunjuk dan saran, daripada mengontrol perilaku user	- kurangnya reuse pada <i>software</i> -topik yang belum banyak diteliti
multimodal user interface design[31]	+perubahan dalam runtime model dapat segera terlihat dalam user interface aplikasi	- memerlukan banyak runtime model dan metamodel
smart environment[32]	+menggabungkan requirements engineering dengan model-driven development dan MBUID	-belum ada proses dan metodologi yang jelas tentang adaptive user interface design
model-driven engineering (MDE)[33]	+memberikan infrastruktur user interface yang dapat melakukan self-adapt dan self-learning +dapat di setting secara manual	-masih sedikit data penelitian yang didapatkan
model-based user interface design (MBUID)[29]	+automasi proses desain dengan model yang dinamis dan dapat diperluas	-bergantung pada konteks penggunaan -membutuhkan koneksi jaringan yang cepat

Berikut teknik-teknik desain *user interface* yang telah dikelompokkan oleh penulis. Identifikasi dilakukan dengan membandingkan metode/teknik yang digunakan, beserta kelebihan dan kekurangannya. Perbandingan hasil literatur digunakan sebagai data utama penelitian. Perbandingan ini dilakukan pada beberapa jurnal analisis, konferensi, dan *survey* yang memenuhi kriteria inklusi. Tabel 5 menunjukkan hasil perbandingan dari literatur untuk mengetahui mana jurnal yang paling relevan.

Tabel 6. Hasil perbandingan teknik

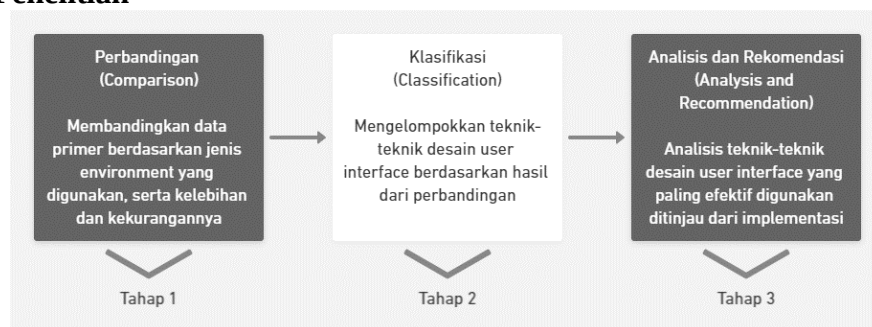
Teknik	Hasil	Comparison	
		Ease Of Use	Performance
Information and Communication Technology for Development (ICTD) [20]	Sudi desain fokus pada usability, daya tarik, atau desain handset dan sistem yang menjalankannya	✓	-
Visualization[4]	Visualisasi tidak bisa berdiri sendiri.	✓	-
Adaptive Interface[4]	ada tiga properti yang harus dimiliki antarmuka adaptif yang baik: <i>controllability, predictability and transparency, and unobtrusiveness</i>	-	✓
Multimodal Display[4]	ada tiga jenis modalitas yang dapat digunakan untuk menyajikan informasi pada perangkat seluler: visual, audio, dan <i>tactile</i>	✓	✓
TapTap[22] (Modality)	Metode pendukung baru untuk interaksi jempol satu tangan	✓	✓

	diperlukan untuk meningkatkan akurasi masukan sekaligus menjaga waktu pemilihan target secepat masukan sentuhan langsung.		
result-gisting[21]	antarmuka pencarian seluler baru menggunakan informasi kontekstual seperti lokasi dan waktu	✓	-
ECOMODE (<i>Event-Driven Compressive Vision for Multimodal Interaction with Mobile Devices</i>)[8]	gerakan dan perintah vokal, yang dirancang khusus untuk pengguna lansia, harus alami dan mudah dihafal dan dilakukan agar teknologi lebih dapat diakses, digunakan, dan diterima.	✓	-
<i>Mobile User Interface Design Patterns Retrieval</i> (MUIDPR)[23]	setelah semua pola yang dibuat dievaluasi, pola akan dianalisis untuk menentukan fungsi sistem MUIDPR yang membantu memfasilitasi penerapan pola yang diusulkan	-	✓
MDE (<i>Model Driven Engineering</i>)[16]	Meta-metamodel, metamodel, model, dan kode	-	✓
MBUID (<i>Model Based User Interface Development</i>)[16]	Susunan dari model-model MDE	✓	-
SPL (<i>Software Product Line</i>)[16]	peningkatan yang signifikan dalam waktu ke pasar, biaya, dan keandalan melalui identifikasi sistem dan variasi dalam sistem perangkat lunak	-	-
Metadata[17]	menyimpan elemen-elemen dokumen HTML serta bagaimana elemen-elemen ini terkait satu sama lain dalam bentuk hubungan hierarki (induk-anak) yang khas.	✓	✓
MashUp[27]	memungkinkan <i>end-user</i> membuat Web dengan menggunakan kembali komponen yang ada tanpa memerlukan pengetahuan JavaScript	✓	-
WebStuire[26]	Teknik pembuatan <i>user interface</i> berdasarkan <i>user requirement</i>	-	-
XML (<i>Extensible Markup Language</i>)[24]	Menerima input sebagai <i>widget</i> dan disajikan secara interaktif	-	-
OntoWiki[25]	Dapat melakukan edit secara <i>realtime</i>	✓	-
-penggabungan ambient intelligence dengan model-driven method -MB-UID[30]	Belum dapat diimplementasikan secara luas karena kurangnya efisiensi alat	-	-
-konsep ‘ <i>software agents</i> ’ -agent tersebut dapat bekerja secara otonom untuk membantu user	Harus digunakan berdasarkan fungsionalitas user, kurang tepat secara praktik karena reuse <i>software</i> jarang digunakan	✓	-
multimodal user interface design[31]	Dapat diimplementasikan, namun membutuhkan banyak pengetahuan teknis	-	✓
smart environment[32]	Belum jelas apakah penggabungan dari teknik tersebut dapat menghasilkan sesuatu yang efektif	-	-

model-driven engineering (MDE)[33]	Implementasi belum efektif karena sedikitnya pengetahuan tentang data penelitian	✓	-
model-based user interface design (MBUID)[29]	Tidak dapat digunakan untuk multi-platform, harus mengubah pengaturan kode untuk berpindah ke fungsionalitas yang lain	✓	-

Tabel 6 menunjukkan teknik yang dapat digunakan sebagai data primer. Dari tabel tersebut menunjukkan hasil klasifikasi literatur untuk mengetahui mana jurnal yang paling relevan. Teknik yang memenuhi kriteria *ease of use and performance* antara lain : *Multimodal display*, TapTap, Metadata.

Skenario Penelitian



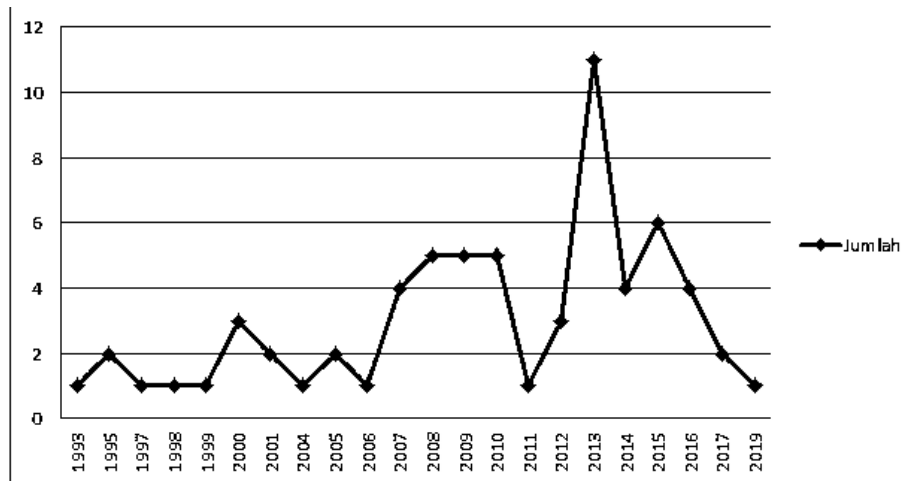
Gambar 5. Skenario Penelitian dan Rencana Analisis

Skenario penelitian digunakan sebagai acuan untuk klasifikasi data dan berisi rencana analisis sesuai dengan masalah penelitian. Tujuan dari scenario penelitian adalah memberikan batasan terhadap pembahasan penelitian. Gambar 5 Menunjukkan scenario penelitian dan rencana analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Publikasi Jurnal yang Signifikan

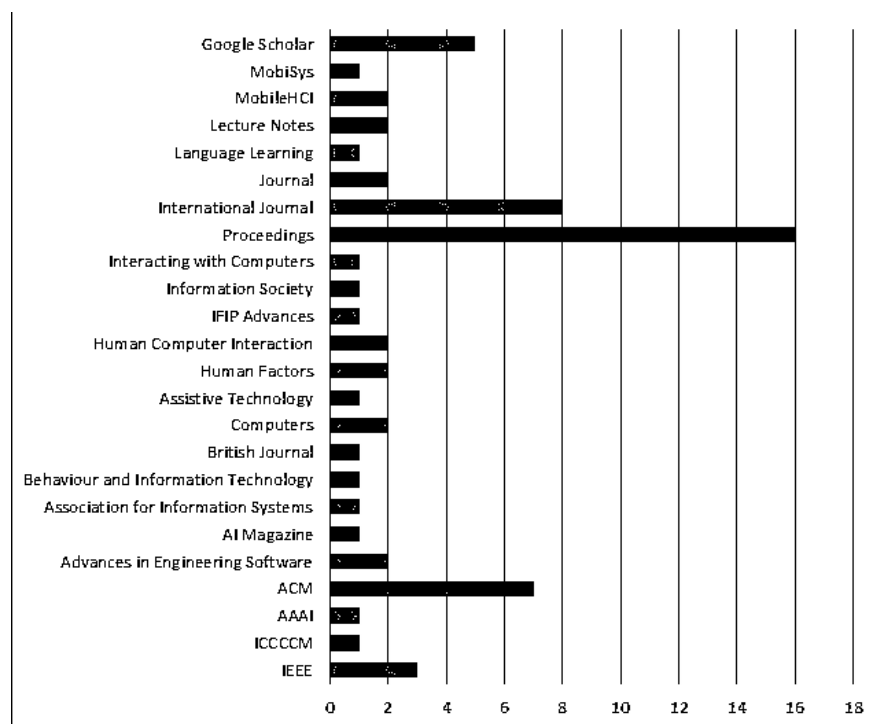
Dalam tinjauan literatur berikut, 60 jurnal yang membahas atau berhubungan dengan teknik-teknik desain *user interface* dimasukkan. Data primer yang digunakan adalah 18 *paper* baik berupa *conference*, *proceedings*, *survey* maupun analisis. Data sekunder didapatkan dari 22 jurnal yang di kelompokkan pada Tabel 6. Grafik penelitian berdasarkan tahun disajikan dalam Gambar 6. Dalam grafik tersebut ditunjukkan bahwa studi tentang teknik desain *user interface* lebih banyak dilakukan setelah tahun 2007. Hal tersebut menunjukkan bahwa relevansi teknik desain *user interface* semakin meningkat seiring perkembangan zaman. Namun, dapat dilihat bahwa antusiasme dari pengembangan teknik desain *user interface* mengalami penurunan setelah tahun 2016. Penurunan ini ditinjau terjadi karena fokus desain *user interface* beralih dari pemutakhiran *human-computer interaction* menuju ke efektivitas desain visual pada sebuah sistem.



Gambar 6. Grafik Jurnal berdasarkan tahun

Gambar diatas merupakan grafik Jurnal mulai dari tahun 1993 sampai dengan tahun 2019. Grafik tertinggi terdapat dalam jurnal tahun 2013. Sedangkan, untuk grafik terendah terdapat dalam jurnal tahun 1993, 1997, 1998, 1999, 2004, 2006, 2011, 2019.

Berdasarkan data penelitian primer, jurnal tentang teknik desain *user interface* ditunjukkan pada Gambar 7. Jurnal dari *proceeding* dan *conference* juga termasuk ke dalam data karena minimnya penelitian teknis tentang desain *user interface*.

Gambar 7. Jurnal tentang teknik desain *user interface*

Gambar diatas merupakan jumlah jurnal tentang teknik desain *user interface* yang digunakan berdasarkan dari sumber yang didapatkan. Hasil terbanyak terdapat pada jurnal yang bersumber dari *Proceedings*.

Tabel 7. Urutan SJR dari jurnal publikasi yang digunakan

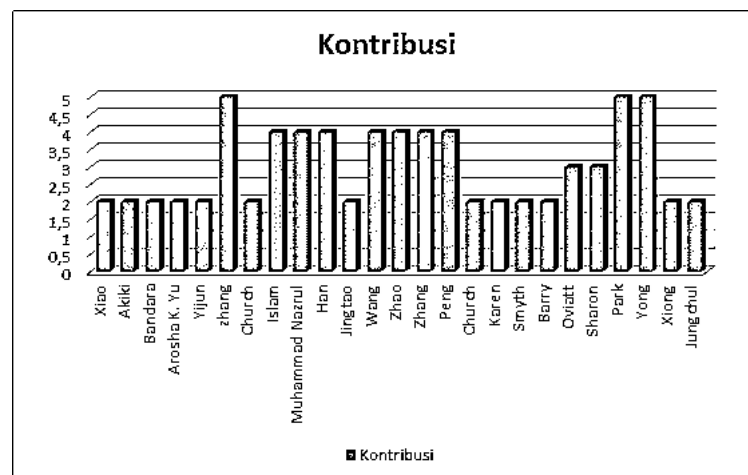
No	Publikasi Jurnal	SJR	Kategori Kuartil (Q)
----	------------------	-----	----------------------

1	Computers and Education	3.47	Q1 dalam <i>computer science (miscellaneous)</i>
2	ACM Computing Surveys	2.36	Q1 dalam <i>computer science (miscellaneous)</i> dan <i>theoretical computer science</i>
3	Computers in Human Behavior	2.17	Q1 dalam <i>human-computer interaction</i>
4	Language Learning and Technology	2.01	Q1 dalam aplikasi <i>computer science</i>
5	British Journal of Educational Technology	1.62	Q1 dalam <i>e-learning</i> dan edukasi
6	Communications of the ACM	1.38	Q1 dalam <i>computer science (miscellaneous)</i>
7	Human Factors	1.34	Q1 dalam <i>human factors and ergonomics</i>
8	Advances in Engineering Software	1.24	Q1 dalam <i>engineering (miscellaneous)</i> dan <i>software</i>
9	Information Society	1.1	Q1 dalam <i>information systems</i> dan <i>management information systems</i>
10	AI Magazine	0.82	Q2 dalam <i>artificial intelligence</i>
11	International Journal of Child-Computer Interaction	0.74	Q1 dalam <i>human-computer interaction</i> dan edukasi
12	Behavior and Information Technology	0.64	Q2 dalam <i>human-computer interaction</i>
13	Human-Computer Interaction	0.61	Q2 dalam <i>human-computer interaction</i>
14	International Journal of Industrial Ergonomics	0.6	Q2 dalam <i>human factors and ergonomics</i>
15	Journal on Multimodal User Interfaces	0.55	Q2 dalam <i>human-computer interaction</i>
16	International Journal of Human-Computer Interaction	0.52	Q2 dalam aplikasi <i>computer science</i> , <i>human-computer interaction</i> , dan <i>human factors and ergonomics</i>
17	Lecture Notes in Computer Science	0.42	Q2 dalam <i>computer science (miscellaneous)</i>
18	Interacting with Computers	0.42	Q2 dalam <i>human-computer interaction</i> dan <i>software</i>
19	Advances in Human-Computer Interaction	0.28	Q3 dalam <i>human-computer interaction</i>
20	Lecture Notes in Business Information Processing	0.26	Q3 dalam <i>information systems</i> , <i>management information systems</i> , dan <i>information systems and management</i>
21	International Journal of Speech Technology	0.24	Q3 dalam <i>computer vision</i> , <i>human-computer interaction</i> , dan <i>software</i>
22	IFIP Advances in Information and Communication Technology	0.2	Q3 dalam <i>computer networks and communications</i> , <i>information systems</i> , dan <i>management information systems</i>

Tabel 7 menunjukkan *ranking* jurnal berdasarkan *Scimago Journal & Country Rank (SJR)*. Serta, kategori kuartil Q (Q1-Q4) dalam kategori masing-masing topik. Jurnal tersebut kemudian diurutkan berdasarkan nilai SJR masing-masing. Namun, jurnal *proceeding* dan *conference* tidak dapat dimasukkan dalam kategori ini karena tidak memiliki ISSN.

Peneliti yang Paling Banyak Berkontribusi

Dari data penelitian utama yang telah ditinjau, *researcher* yang paling banyak aktif dan berkontribusi dalam penelitian diidentifikasi. Gambar 8 menunjukkan peneliti yang paling aktif dalam bahasan teknik desain *user interface*. Peneliti diurutkan berdasarkan jumlah jurnal yang digunakan sebagai data penelitian primer. Dapat disimpulkan bahwa Xiao, Akiki, Bandara, Aroshak, Yu, Yijun, Zhang, Churdh, Islam, Muhammad Nazrul, Han, jingtao, Wang, Zhao, Zhang, Peng, Karen, Smyth, Barry, Oviatt, Sharon, Park, Yong, dan Jungchui merupakan peneliti yang aktif dalam pembahasan teknik desain *user interface*.



Gambar 8. Peneliti yang paling banyak berkontribusi

Gambar diatas merupakan data dari berbagai peneliti yang berkontribusi dalam penelitian teknik desain *user interface*. Peneliti dengan kontribusi terbanyak didapatkan oleh 3 peneliti. Nama peneliti tersebut antara lain : Zhang, Park, Yong.

Topik Penelitian dalam Teknik-Teknik Desain *User Interface*

Desain *user interface* merupakan topik yang jarang diteliti. Seperti yang dipaparkan sebelumnya, desain *user interface* tidak memiliki konsep teknis yang jelas. Berbagai *device* dan *framework* yang digunakan membuat topik ini tidak mudah disimpulkan. Ada beberapa topik pembahasan yang sering muncul dalam jurnal primer. Topik tersebut diantaranya:

1. Teknik desain *user interface* berdasarkan model aplikasi (*model-driven method*)
2. Teknik desain *user interface* berdasarkan keberagaman sistem input (*multimodal user interface design*)

Model-driven merupakan dasar untuk sebagian besar sistem yang menargetkan pengembangan *user interface*[34]. Gambaran umum dari sistem ini disajikan dan seperangkat kriteria ditetapkan untuk mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari keadaan yang dikategorikan dalam arsitektur, teknik, dan *tools*.

Dalam penelitiannya, Akiki[35] membagi model-driven method menjadi 3 teknik. Diantaranya adalah:

1. Pendekatan *model-driven engineering* (MDE) model yang digunakan untuk membuat antarmuka pengguna yang menyertakan interaksi pengguna. Model ini tidak bergantung secara langsung pada kode untuk membuat *user interface* tetapi pada spesifikasi tingkat yang lebih tinggi dari mana *user interface* dapat diturunkan. Dalam MDE, perilaku adaptif biasanya diterapkan ke salah satu tingkat abstraksi sebelum mendapatkan antarmuka pengguna akhir yang disajikan kepada pengguna akhir.
2. *Model-driven development* (MDD) dipromosikan dengan pendekatan seperti *Model-Driven Architecture* (MDA), yang menyediakan sarana yang tidak bergantung pada teknologi untuk menyerap efek perubahan konstan dalam persyaratan teknologi dan bisnis.
3. *Model-Driven Architecture* (MDA) adalah model tentang menggunakan bahasa pemodelan sebagai bahasa pemrograman daripada hanya sebagai bahasa desain karena ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas. MDA menyatukan standar pemodelan yang mapan dari Object Management Group (OMG) dengan teknologi middleware masa lalu, sekarang, dan masa depan untuk mengintegrasikan apa yang telah dibangun, dengan apa yang dibangun, dan apa yang akan dibangun.

Multimodal adalah metode entri data baru untuk perangkat seluler. Teknik ini memungkinkan pengguna seluler untuk menggunakan berbagai bentuk input (yaitu, suara, *keypad*, dan *stylus*) untuk berinteraksi dengan perangkat seluler secara bersamaan. Multimodal menggabungkan keuntungan dari metode entri data yang berbeda untuk membantu pengguna meningkatkan kecepatan dan akurasi interaksi. Misalnya, ucapan dan masukan pena dapat digabungkan untuk membantu pengguna berinteraksi dengan objek kecil di layar ponsel.[4]

Metode yang digunakan dalam Teknik-Teknik Desain *User Interface*

Dari hasil perbandingan, dapat disimpulkan bahwa teknik yang memenuhi kriteria kemudahan penggunaan dan implementasi performa adalah Multimodal Display[4], TapTap[22], dan Metadata[17]. Multimodal display dan TapTap menggunakan teknik *modality* untuk melakukan *entry data*. Namun, berbeda dengan multimodal display, TapTap hanya dapat menerima 1 jenis *data entry*. Bahasa pemrograman HTML digunakan untuk mendefinisikan berbagai macam metadata, dari dasar data, seperti teks dan tanggal, hingga skema metadata lanjutan[17]. Metadata tersebut disimpan dalam *Structured Query Language* (SQL) dan diimplementasikan pada beberapa sistem *database* manajemen. Sistem *database* manajemen tersebut antaralain MSSQL, MySQL, Oracle, dan PostgreSQL.

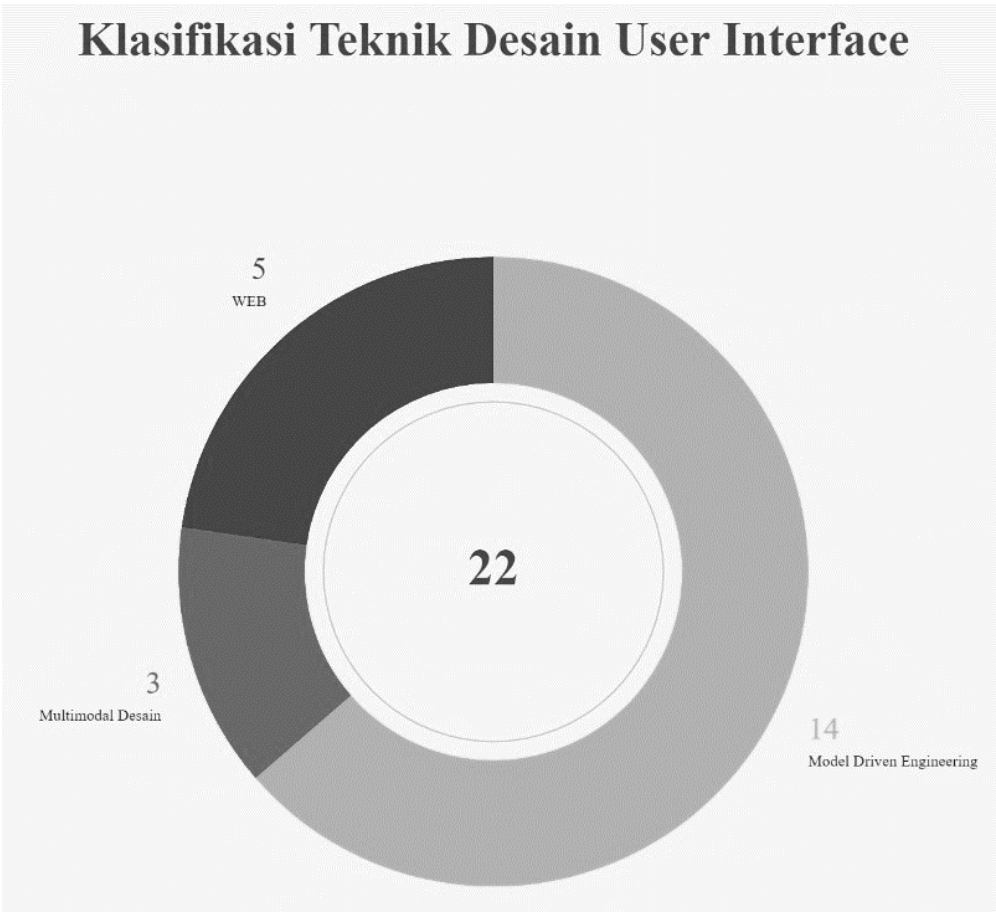
Sedangkan, model-driven engineering merupakan teknik yang paling banyak digunakan. Kemajuan pesat teknologi dan *mobile software*, berbagai sistem informasi seluler telah dikembangkan dan digunakan. Namun, pedoman desain antarmuka tradisional untuk aplikasi desktop mungkin tidak dapat diterapkan secara langsung ke aplikasi seluler karena fitur unik perangkat seluler. Hal ini mendorong permintaan yang tinggi untuk pedoman desain antarmuka dan kerangka kerja yang efektif untuk aplikasi seluler[4]. Namun, dari hasil perbandingan diatas, dapat disimpulkan bahwa performa dari model-driven engineering masih rendah. Teknik ini tidak dapat digunakan karena batasan teknologi antarmuka target (saat ini hanya Java) dan fakta bahwa input multi touch tidak didukung[36].

Tabel 8. Pengertian dan cara kerja teknik desain *user interface*

Teknik	Pengertian	Cara Kerja
Multimodal Display	Antarmuka multimodal memproses dua atau lebih mode masukan pengguna gabungan (seperti ucapan, pena, sentuhan, gerakan manual, pandangan, dan gerakan kepala dan tubuh) secara terkoordinasi cara dengan keluaran sistem multimedia. Mereka adalah kelas antarmuka baru yang bertujuan mengenali bentuk-bentuk bahasa dan perilaku manusia yang terjadi secara alami, dan yang mana menggabungkan satu atau lebih teknologi berbasis pengenalan	Pada awalnya, pesan-pesan tersebut diinterpretasikan dalam keadaan persepsi, dimana sistem multimodal menerima informasi dari satu atau beberapa sensor, pada satu atau beberapa tingkat ekspresi tipe. Dalam keadaan interpretasi, sistem multimodal akan mencoba memberi beberapa arti pada informasi berbeda yang dikumpulkannya dalam keadaan persepsi. Ini biasanya tempat di mana perpaduan pesan multimodal terjadi. Lebih lanjut, dalam keadaan komputasi, tindakan diambil mengikuti logika dan dialog bisnis aturan manajer yang ditentukan oleh pengembang. Bergantung pada arti yang diekstrak dalam negara interpretasi, jawaban dihasilkan dan dikirim dalam status tindakan, dimana mesin fisi akan menentukan modalitas yang paling relevan untuk mengembalikan pesan-bijak, tergantung pada konteks penggunaan (misalnya di mobil, kantor, dll.) dan profil pengguna (pengguna tunanetra, lansia, dll.).
TapTap	Pendekatan yang diusulkan dimaksudkan untuk mendukung sentuhan langsung memasukkan. Orang dapat dengan mudah berinteraksi dengan perangkat seluler tanpa perangkat apa pun instruksi atau pelatihan. Dengan demikian, teknik ini dapat meningkatkan masukan akurasi tanpa menambah waktu penyelesaian tugas,	Teknik ini mengusulkan dan memvalidasi desain praktis pendekatan untuk meningkatkan akurasi masukan dari masukan jempol satu tangan. Pendekatan ini menyesuaikan ukuran dan lokasi pengenalan sentuh wilayah negara. Itu dapat meningkatkan akurasi pemilihan target

	tidak seperti yang lain teknik yang dikembangkan untuk interaksi satu tangan. Selain itu, ini Metode ini sesuai untuk konteks seluler di mana peluang untuk memberikan informasi visual, pendengaran, atau sentuhan yang sesuai terbatas, karena tidak memerlukan umpan balik dari perangkat untuk pengguna.	tanpa meningkatkan waktu penyelesaian tugas. Selain itu, desainer pun bisa dengan mudah menerapkan teknik ini ke perangkat seluler karena tidak menghasilkan perubahan visual apa pun dari UI asli.
Metadata	Metadata adalah sebagai jumlah total dari apa yang dapat dikatakan seseorang tentang informasi apa pun. Objek pada setiap tingkat agregasi. Dalam konteks ini, objek informasi adalah segala sesuatu yang dapat ditangani dan dimanipulasi sebagai entitas diskrit oleh manusia atau sistem informasi.	Model metadata dikembangkan berdasarkan sifat struktur pohon dari dokumen HTML. Model metadata dengan demikian menyimpan elemen-elemen dokumen HTML serta bagaimana elemen-elemen ini terkait satu sama lain dalam bentuk hubungan hierarki (induk-anak) yang khas. Model tersebut juga telah mencakup pemodelan atribut elemen, serta menangani item berulang dari elemen tertentu. Gaya dapat diterapkan pada elemen antarmuka pengguna dan oleh karena itu, model metadata juga dilengkapi dengan kemungkinan untuk menyertakan gaya dalam pemodelan.

Tabel 8 menunjukkan hasil penelitian dari data primer teknik-teknik *user interface*. Hasil tersebut berupa pengertian dan cara kerja dari 3 teknik yang digunakan. Diantaranya *Multimodal display*, TapTap, dan Metadata.



Gambar 9. Grafik penyebaran klasifikasi teknik desain *user interface*

Gambar diatas merupakan grafik klasifikasi dari teknik desain *user interface*. Klasifikasi tersebut berasal dari 22 jumlah teknik yang kemudian dibagi sesuai dengan jenis teknik masing-masing. Hasil yang didapatkan terdapat 3 klasifikasi yaitu WEB, Multimodal Desain, dan Model Driven Engineering dengan jumlah masing-masing klasifikasi adalah 5,3,dan 14 teknik.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, teknik-teknik desain *user interface* dikelompokkan berdasarkan kelebihan, kekurangan, kemudahan, dan performa. Berdasarkan penelitan, teknik desain *user interface* bergantung pada usabilitas dan faktor yang mempengaruhi. Faktor yang mempengaruhi antara lain pada multimodal yaitu masih digunakan secara luas di dalam *platform mobile*, *dekstop*, dan *smart environment*. Taptap yaitu teknik desain *user interface* untuk disabilitas yang berhasil di implementasikan. Metadata yaitu sebuah *interface* yang berada dalam *application layer* dengan menggunakan bahasa java. Implementasi teknik desain *user interface* bergantung pada usabilitas dan performa dari teknik tersebut. Beberapa teknik masih berupa teori dan belum dapat diimplementasikan. Beberapa diantaranya, sudah tidak menjadi *trend* pada perkembangan teknologi masa sekarang. Kesimpulannya, teknik-teknik desain *user interface* harus digabungkan dengan teknik lain untuk mencapai performa baik sehingga dapat diimplementasikan. Tantangan bagi peneliti selanjutnya diantaranya, menentukan acuan teknik desain *user interface*. Berbagai device dan alat membuat teknik desain *user interface* semakin kompleks. Selain itu, desain *user interface* merupakan bidang yang belum banyak diteliti. Sebagian besar sumber data didapatkan dari dokumentasi *developer*, buku, dan hasil konferensi, sehingga data yang didapatkan tidak memiliki batas yang pasti.

REFERENSI

- [1] W. O. Galitz, *The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. 2007.
- [2] A. Savidis and C. Stephanidis, "Unified user interface design: Designing universally accessible interactions," *Interact. Comput.*, vol. 16, no. 2, pp. 243–270, 2004, doi: 10.1016/j.intcom.2003.12.003.
- [3] A. Sears and J. A. Jacko, *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications. Human Factors and Ergonomics*. 2008.
- [4] B. Adipat and D. Zhang, "Interface design for mobile applications," *Assoc. Inf. Syst. - 11th Am. Conf. Inf. Syst. AMCIS 2005 A Conf. a Hum. Scale*, vol. 3, pp. 1157–1166, 2005.
- [5] B. Moggridge, "Designing Interactions [Hardcover]," *MIT Press*, vol. 1, no. 0262134748, pp. 725–237, 2007.
- [6] K. S. Choi and T. Y. Chan, "Facilitating mathematics learning for students with upper extremity disabilities using touch-input system," *Disabil. Rehabil. Assist. Technol.*, vol. 10, no. 2, pp. 170–180, 2015, doi: 10.3109/17483107.2013.873490.
- [7] M. E. Sesto, C. B. Irwin, K. B. Chen, A. O. Chourasia, and D. A. Wiegmann, "Effect of touch screen button size and spacing on touch characteristics of users with and without disabilities," *Hum. Factors*, vol. 54, no. 3, pp. 425–436, 2012, doi: 10.1177/0018720811433831.
- [8] M. Ferron, N. Mana, and O. Mich, "Mobile for older adults: Towards designing multimodal interaction," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 30-Novembe, no. Mum, pp. 373–378, 2015, doi: 10.1145/2836041.2841211.
- [9] J. Zhou, P. L. P. Rau, and G. Salvendy, "Use and Design of Handheld Computers for Older Adults: A Review and Appraisal," *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, vol. 28, no. 12, pp. 799–826, 2012, doi: 10.1080/10447318.2012.668129.
- [10] J. Xiong and S. Muraki, "Effects of age, thumb length and screen size on thumb movement coverage on smartphone touchscreens," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 53, pp. 140–148, 2016, doi: 10.1016/j.ergon.2015.11.004.
- [11] N. Elouali, "Time Well Spent with multimodal mobile interactions," *J. Multimodal User Interfaces*, vol. 13, no. 4, pp. 395–404, 2019, doi: 10.1007/s12193-019-00310-1.
- [12] R. S. Wahono, "A Systematic Literature Review of Software Defect Prediction: Research Trends,

- Datasets, Methods and Frameworks,” *J. Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–16, 2007, doi: 10.3923/jse.2007.1.12.
- [13] J. L. Plass, “Design and evaluation of the user interface of foreign language multimedia software: A cognitive approach,” *Lang. Learn. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 40–53, 1998.
- [14] M. R. Frank and J. D. Foley, “Model-based user interface design by example and by interview,” *UIST 1993 - Proc. 6th Annu. ACM Symp. User Interface Softw. Technol.*, pp. 129–137, 1993, doi: 10.1145/168642.168655.
- [15] S. Oviatt and R. Lunsford, “Multimodal interfaces for cell phones and mobile technology,” *Int. J. Speech Technol.*, vol. 8, no. 2, pp. 127–132, 2005, doi: 10.1007/s10772-005-2164-8.
- [16] T. Sboui and M. B. Ayed, “Generative Software Development Techniques of User Interface: Survey and Open Issues,” *Int. J. Comput. Sci. Inf. Secur.*, vol. 14, no. 7, p. 824, 2016.
- [17] D. G. Saputra and F. N. Azizah, “A Metadata Approach for Building Web Application User Interface,” *Procedia Technol.*, vol. 11, no. Iceei, pp. 903–911, 2013, doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.274.
- [18] B. A. Kitchenham *et al.*, “Refining the Systematic Literature Review process-two participant-observer case studies,” *Empir. Softw. Eng.*, vol. 15, no. 6, pp. 618–653, 2010, doi: 10.1007/s10664-010-9134-8.
- [19] S. E. Group, “Методи за автоматично управление на портативни устройства при Jack-up системите,” 2007, doi: 10.1145/1134285.1134500.
- [20] J. Donner, “Research approaches to mobile use in the developing world: A review of the literature,” *Inf. Soc.*, vol. 24, no. 3, pp. 140–159, 2008, doi: 10.1080/01972240802019970.
- [21] K. Church and B. Smyth, “Who, what, where & when: A new approach to mobile search,” *Int. Conf. Intell. User Interfaces, Proc. IUI*, pp. 309–312, 2008, doi: 10.1145/1378773.1378817.
- [22] Y. S. Park and S. H. Han, “One-handed thumb interaction of mobile devices from the input accuracy perspective,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 40, no. 6, pp. 746–756, 2010, doi: 10.1016/j.ergon.2010.08.001.
- [23] T. Wetchakorn and N. Prompoon, “Method for mobile user interface design patterns creation for iOS platform,” *Proc. 2015 12th Int. Jt. Conf. Comput. Sci. Softw. Eng. JCSSE 2015*, pp. 150–155, 2015, doi: 10.1109/JCSSE.2015.7219787.
- [24] E. Chavarriaga and J. A. Macías, “A model-driven approach to building modern Semantic Web-Based User Interfaces,” *Adv. Eng. Softw.*, vol. 40, no. 12, pp. 1329–1334, 2009, doi: 10.1016/j.advengsoft.2009.01.016.
- [25] A. Khalili and S. Auer, “User interfaces for semantic authoring of textual content: A Systematic Literature Review,” *J. Web Semant.*, vol. 22, pp. 1–18, 2013, doi: 10.1016/j.websem.2013.08.004.
- [26] A. Soltanian Bojnord, R. Binti Ahmad, and H. Soltanian Bojnord, “WEBSTUIRE: WEB-based support tool for user interface requirements elicitation,” *Proc. 3rd Int. Conf. Comput. Knowl. Eng. ICCKE 2013*, no. Iccke, pp. 52–58, 2013, doi: 10.1109/ICCKE.2013.6682840.
- [27] G. Ghiani, F. Paternò, L. D. Spano, and G. Pintori, “An environment for End-User Development of Web mashups,” *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 87, pp. 38–64, 2016, doi: 10.1016/j.ijhcs.2015.10.008.
- [28] R. J. Keeble and R. D. Macredie, “Assistant agents for the world wide web intelligent interface design challenges,” *Interact. Comput.*, vol. 12, no. 4, pp. 357–381, 2000, doi: 10.1016/S0953-5438(99)00004-1.
- [29] T. Clerckx, K. Luyten, and K. Coninx, “DynaMo-AID: A design process and a runtime architecture for dynamic model-based user interface development,” *Lect. Notes Comput. Sci.*, vol. 3425, pp. 77–95, 2005, doi: 10.1007/11431879_5.
- [30] S. Adam, K. Breiner, K. S. Mukasa, and M. Trapp, “Challenges to the model-driven generation of user interfaces at runtime for ambient intelligent systems,” *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 11, pp. 147–155, 2008, doi: 10.1007/978-3-540-85379-4_18.
- [31] G. Lehmann, M. Blumendorf, and S. Albayrak, “Development of context-adaptive applications on the basis of runtime user interface models,” *EICS’10 - Proc. 2010 ACM SIGCHI Symp. Eng. Interact. Comput. Syst.*, pp. 309–314, 2010, doi: 10.1145/1822018.1822068.
- [32] K. Park and S. W. Lee, “Model-based approach for engineering adaptive user interface requirements,” *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 558, pp. 18–32, 2015, doi: 10.1007/978-3-662-48634-4_2.
- [33] M. Peissner, A. Schuller, and D. Spath, “A design patterns approach to adaptive user interfaces for users with special needs,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 6761 LNCS, no. PART 1, pp. 268–277, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-21602-2_30.
- [34] O. P. González, S. España, and O. Pastor, “Including multi-stroke gesture-based interaction in user interfaces using a model-driven method,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 07-09-Sept, 2015, doi: 10.1145/2829875.2829931.
- [35] P. A. Akiki, A. K. Bandara, and Y. Yu, “Adaptive model-driven user interface development systems,”

-
- ACM Comput. Surv.*, vol. 47, no. 1, pp. 1–33, 2014, doi: 10.1145/2597999.
- [36] O. Parra, S. España, and O. Pastor, “A model-driven method and a tool for developing gesture-based information system interfaces,” *CEUR Workshop Proc.*, vol. 1367, pp. 49–56, 2015.
-