

Pengujian *Reliability* Aplikasi *Smart City* Menggunakan Teknik Pengujian Eksplorasi Berbasis Tur

Author:

Titis Sari Putri ¹, Wenty Zahradi ²

Affiliation:

Institut Pemerintahan Dalam Negeri (IPDN Jatinangor), Indonesia¹, Institut Pemerintahan Dalam Negeri (IPDN Sumatera Barat), Indonesia ²

e-Mail:

titissp@ipdn.ac.id¹, wenty@ipdn.ac.id²

Abstract

Smart City is a solution to overcome various problems in urban areas through interactive internet-based applications that provide various services that can be accessed by the public online. By 2020, more than 50% of the population in Indonesia live in urban areas, and this number will continue to increase in the future. To facilitate urban population services, the government has developed smart city services in various cities since the last 5 years. Such development needs to be supported from various fields, including from the technical side of system development. Smart city applications must be reliable so that they can be used properly by the community. In this study, reliability testing was carried out on six smart city applications in six cities, namely Live Tangerang, Sadayana Bandung, Jogja Smart Services, Cimahi SmartCity, Nganjuk Smart City and Tuban Smart City using tour-based exploratory testing techniques. The test results show that there are deficiencies or bugs found in the form of inconvenience to use because there is no error handling on the input form, an unresponsive interface, unavailability of information, and imperfect navigation. In addition, there are some bugs that are quite annoying, namely the sudden closing of the application when the user uses certain features.

Keywords: *author guidelines; Transformasi ; template*

Abstrak

Smart City merupakan solusi untuk mengatasi berbagai masalah di perkotaan melalui aplikasi interaktif berbasis internet yang menyediakan berbagai layanan yang dapat diakses masyarakat secara online. Pada tahun 2020, lebih dari 50% populasi penduduk di Indonesia berada di perkotaan, dan akan terus bertambah di masa yang akan datang. Untuk memfasilitasi layanan penduduk perkotaan, pemerintah sudah mulai mengembangkan layanan smart city di berbagai kota sejak 5 tahun terakhir. Pengembangan tersebut perlu didukung dari berbagai bidang, termasuk dari sisi teknis pengembangan sistemnya. Aplikasi smart city harus handal (reliable) agar dapat digunakan dengan baik oleh masyarakat. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian reliability terhadap enam aplikasi smart city di enam kota yaitu Live Tangerang, Sadayana Bandung, Jogja Smart Services, Cimahi SmartCity, Nganjuk Smart City dan Tuban Smart City menggunakan teknik pengujian eksplorasi (exploratory testing) berbasis tur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat kekurangan atau bug yang ditemukan berupa ketidaknyamanan penggunaan karena belum terdapat error handling pada form input, antarmuka yang kurang responsif, tidak tersedianya informasi, dan navigasi yang kurang sempurna. Selain itu terdapat

beberapa bug yang cukup mengganggu yaitu tertutupnya aplikasi secara tiba-tiba ketika pengguna menggunakan fitur tertentu.

Kata kunci: smart city, reliability, testing, exploratory

1. Pendahuluan

Berdasarkan data Bank Dunia tahun 2018, sebanyak 56% populasi penduduk dunia berada di perkotaan (World Bank, 2020), dan diperkirakan akan bertambah menjadi 60% di tahun 2030 menurut PBB (United Nations, 2015). Indonesia juga memiliki populasi penduduk perkotaan yang cukup tinggi sebanyak 57% (World Bank, 2020). Kepadatan penduduk di daerah perkotaan tersebut menimbulkan banyak masalah, seperti kemacetan, banjir, pelayanan publik yang lambat, dan sebagainya. Permasalahan tersebut membuat kota menjadi tidak teratur dan menghambat pertumbuhan kota (Johnson, 2008 dalam Shen 2018). Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, smart city dipercaya sebagai solusi layanan berbasis teknologi yang tepat.

Smart city memberikan layanan inovatif yang bertujuan untuk meningkatkan kehidupan masyarakat dengan memberikan informasi tentang seluruh aspek kehidupan kota melalui aplikasi interaktif berbasis internet (Oktaria, 2017). Fokus layanan yang diberikan smart city di seluruh dunia beragam dan disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat (Oktaria, 2017). Pengembangan smart city di Indonesia mengacu pada enam pilar layanan, yaitu *smart governance*, *smart society*, *smart living*, *smart economy*, *smart environment*, dan *smart branding* (Kominfo, 2020). Pada tahun 2021, sebanyak 100 kota/ kabupaten di Indonesia telah mengimplementasikan smart city (Indotelco, 2021). Jumlah tersebut menunjukkan bahwa pengembangan smart city di Indonesia cenderung lambat, jika melihat data jumlah penduduk yang tinggal di perkotaan.

Implementasi smart city di Indonesia beragam di tiap kota. Banyak kota menerapkan layanan masyarakat berbasis aplikasi android yang terpisah, dan beberapa diantaranya sudah terpadu. Layanan masyarakat melalui aplikasi smart city di berbagai kota di Indonesia diantaranya meliputi layanan pemantauan CCTV kota, pengaduan masyarakat, informasi wisata dan umkm, administrasi kependudukan, perizinan dan sebagainya. Pada beberapa kota seperti Tangerang, Bandung, Jogja, Cimahi, dan Cilegon layanan tersebut terintegrasi dan dapat diakses melalui satu aplikasi smart city.

Sebagai aplikasi yang memiliki banyak fitur dan layanan terintegrasi, jumlah pengguna yang besar, serta menangani banyak transaksi operasional, aplikasi smart city harus memiliki kualitas yang baik dan handal agar dapat memberikan pelayanan terbaik kepada masyarakat. Keandalan sebuah perangkat lunak dapat dinilai dengan atribut reliability, yaitu atribut kualitas perangkat lunak yang menyatakan kemungkinan sistem atau komponen perangkat lunak berfungsi tanpa kegagalan dalam waktu tertentu dan dalam latar belakang tertentu (Goel, 1985 dalam Kaliraj, et.al 2020). Untuk menguji reliability suatu perangkat lunak, dilakukan dengan reliability testing. *Reliability testing* dapat didefinisikan sebagai probabilitas bahwa kinerja software sesuai dengan yang diharapkan, atau dengan kata lain berjalan dengan sukses (Hu, 2013).

Teknik pengujian *reliability* dapat dilakukan dengan praktik yang mendekati perilaku masyarakat sebagai *end user* sebenarnya dalam menggunakan aplikasi, yaitu dengan pengujian eksplorasi (*exploratory testing*). *Exploratory testing* banyak digunakan dalam pengujian perangkat lunak skala besar, seperti yang disebutkan dalam buku *exploratory*

software testing, yaitu produk-produk perangkat lunak Microsoft dan Google. Meskipun demikian, *exploratory testing* belum secara luas digunakan.

Putri dan Fatwa (2017) melakukan pengujian reliability menggunakan *exploratory testing* berbasis skenario (*hybrid exploratory testing*) pada aplikasi Tokopedia dan Bukalapak. Hasil pengujian menunjukkan adanya kekurangan dalam fitur-fitur yang diuji berupa ketidaksempurnaan, kurangnya kenyamanan penggunaan, dan potensi terjadinya bug atau *error*. Dari hasil pengujian tersebut dilakukan optimasi menggunakan *Fuzzy Inference System Tsukamoto*, dan diperoleh output nilai akhir reliability sistem yang sama antara Bukalapak dan Tokopedia.

Hellman dan Maurer (2011) mengusulkan pendekatan baru berbasis aturan (*rule*) dan otomatisasi untuk menguji GUI aplikasi menggunakan teknik *exploratory testing*. Hasil rancangan pendekatan tersebut bernama Rule Based Exploratory Testing (R-BET), yang menunjukkan hasil dapat digunakan dalam berbagai jenis pengujian, baik manual maupun otomatis.

Perancangan pendekatan pengujian eksplorasi lainnya juga dilakukan oleh Yu (2018) dengan berfokus pada pengujian manual dan agile. Perancangan ditujukan agar bisa menguji efektivitas dan usability perangkat lunak. Hasil implementasi rancangan model pengujian menghasilkan lebih banyak bugs dan hasil yang lebih baik dari teknik pengujian agile tradisional.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian reliability menggunakan teknik *exploratory testing* berbasis *tour* untuk menguji kualitas dan kehandalan aplikasi smart city Kota Tangerang (Tangerang Live), Kota Bandung (Sadayana), Kota Yogyakarta (Jogja Smart Service), Kota Cimahi (Cimahi SmartCity), Kota Nganjuk (Nganjuk Smart City), Kota Tuban (Tuban Smart City). Beberapa alasan yang mendasari pemilihan keenam aplikasi tersebut yaitu: 1) Ketersediaan aplikasi smart city yang terpadu dalam lingkup kota, 2) Memiliki banyak menu dan fitur cukup lengkap dan serupa.

Adapun tujuan penelitian ini antara lain:

- Memetakan atribut *software reliability*, yaitu *maturity*, *availability*, *fault tolerance*, dan *recoverability* dengan variasi teknik *exploratory testing* berbasis *tour*.
- Menguji kehandalan aplikasi smart city.
- Menemukan bug dan ketidaksempurnaan lainnya.
- Menganalisis skor hasil pengujian dengan metode entropy.

Penelitian ini terdiri dari bagian berikut. Bagian 2 mendeskripsikan studi literatur yang sesuai dengan topik penelitian, bagian 3 mendeskripsikan tentang metodologi penelitian, bagian 4 mendeskripsikan hasil dan pembahasan, bagian 5 kesimpulan dan saran, serta bagian 6 referensi.

1.1. Atribut Reliability Dalam ISO/IEC 25010:2011

ISO/IEC 25010:2011 merupakan standar dokumen ISO tentang kualitas produk perangkat lunak yang terdiri dari 8 atribut, yaitu *functional suitability*, *performance efficiency*, *compatibility*, *usability*, *reliability*, *security*, *maintainability*, dan *portability*. Atribut *reliability* memiliki 4 sub atribut dibawahnya, yaitu *maturity*, *availability*, *fault tolerance*, dan *recoverability*. Definisi atribut dan sub atribut reliability dideskripsikan pada tabel 1.

Tabel 1. Definisi atribut *reliability*.

Atribut	Definisi
<i>Reliability</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Derajat dimana sebuah sistem, produk atau komponen melakukan fungsi spesifik dibawah kondisi spesifik dalam waktu yang spesifik.
<i>Maturity</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Derajat sistem, produk atau komponen memenuhi kebutuhan <i>reliability</i> dibawah operasi normal. • Mengidentifikasi apakah perangkat lunak memenuhi kebutuhan dibawah keadaan operasional normal.
<i>Availability</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Derajat sistem, produk atau komponen dapat dioperasikan dan dapat diakses ketika dibutuhkan untuk digunakan. • <i>Availability</i> dapat diakses dengan porsi total waktu selama sistem, produk dan komponen dalam keadaan siap.
<i>Fault tolerance</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Derajat dimana sebuah sistem, produk atau komponen beroperasi sebagaimana yang diinginkan walaupun terjadi kesalahan pada <i>software</i> maupun <i>hardware</i>.
<i>Recoverability</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Derajat dimana ketika terjadi interupsi atau kegagalan, produk atau sistem dapat memulihkan data yang terkena dampak langsung dan membangun kembali keadaan (state) sistem sebelum terjadi fault. • Setelah terjadi kegagalan, sistem komputer terkadang akan down untuk beberapa waktu, lamanya ditentukan oleh <i>recoverability</i>.

1.2. Exploratory Testing Berbasis Tour

Exploratory testing berbasis tour adalah teknik pengujian perangkat lunak dengan eksplorasi yang mengandaikan perangkat lunak sebagai distrik yang didalamnya terdiri dari berbagai tempat penting seperti kawasan bisnis (*business district*), daerah bersejarah (*historical district*), hiburan (*entertainment district*), wisata (*tourist district*), hotel (*hotel district*) dan kawasan kumuh (*seedy district*), dimana setiap kawasan tersebut diumpamakan sebagai teknik pengujian. Pengujian dilakukan dengan mengeksplorasi perangkat lunak sesuai dengan karakteristik kawasannya. Variasi teknik pengujian eksplorasi berbasis tur tersebut memiliki sub variasi yang dapat diaplikasikan tanpa menggunakan skenario sebagai berikut (Whittaker, 2010):

1) *The Guidebook Tour*

Teknik ini menguji kemampuan sistem untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan yang dituliskan dalam dokumen user manual.

2) *The FedEx Tour*

Pada teknik ini tester melakukan pengujian dengan mengikuti aliran data yang diinput. Data input dimanipulasi atau di modifikasi.

3) *The After-Hours Tour*

Teknik pengujian ini dilakukan oleh tester dalam jam-jam tidak sibuk, dimana fitur-fitur yang paling aktif digunakan pada jam sibuk tidak digunakan karena berada pada jam tidak sibuk (*after hours*).

4) *The Bad Neighborhood Tour*

Teknik ini dilakukan dengan menjalankan perangkat lunak untuk menguji bagian tertentu kode program yang diperkirakan berpotensi memiliki kegagalan/ error.

5) *The Museum Tour*

Teknik ini dilakukan dengan menjalankan perangkat lunak untuk menguji bagian yang memiliki legacy code, dengan tujuan untuk memunculkan kegagalan yang mungkin ada di interface diantara legacy code dan kode baru.

6) *The Prior Version Tour*

Teknik pengujian ini adalah dengan menjalankan test scenario dari versi aplikasi sebelumnya terhadap versi aplikasi terbaru untuk memvalidasi fungsionalitas versi aplikasi terbaru apakah fitur terbaru masih dapat digunakan dengan baik oleh user.

7) *The Lonely Businessman Tour*

Teknik ini menguji fitur tertentu dari aplikasi yang jauh jangkauannya dari keberadaan awal fitur yang diuji tester. Sehingga membutuhkan beberapa langkah atau click untuk mencapai fitur tersebut, langkah mana yang akan dilakukan, fitur mana saja yang akan dilewati bergantung pada eksplorasi tester.

8) *The TOGOF Tour*

Togof merupakan singkatan dari "Test One Get One Free". Teknik pengujian ini dilakukan dengan menjalankan aplikasi yang sama dalam jumlah banyak secara bersamaan dan memberikan tugas (task) pada setiap aplikasi yang berjalan dengan task yang memanfaatkan memori atau disk. Task lainnya misalnya dengan memaksa beberapa aplikasi untuk mengakses file yang sama, atau memaksa aplikasi untuk mengirimkan data secara bersamaan melalui jaringan yang sama. Jika salah satu aplikasi mengalami kegagalan atau error, maka aplikasi lain akan mengalami hal yang sama.

9) *The Scottish Pub Tour*

Pengujian dilakukan dengan melakukan diskusi dengan kelompok user, membaca informasi mengenai perangkat lunak, dan menghabiskan waktu untuk melakukan touring mendalam terhadap aplikasi.

10) *The Couch Potato Tour*

Teknik pengujian couch potato berarti melakukan pekerjaan sesedikit mungkin dalam aplikasi, dengan menerima atau memberikan semua nilai default seperti membiarkan input kosong, mengisi form sesedikit mungkin, melakukan paging (menuju halaman lain) dengan melewati pengisian data yang ada, dan sebagainya.

11) *The Antisocial Tour*

Antisocial tour merupakan teknik yang dilakukan dengan memberikan input yang salah atau tidak sesuai dengan nilai input yang seharusnya. Teknik pengujian antisocial tour dibagi menjadi 3 sub tour:

11.1) *The Opposite Tour*

Teknik ini dilakukan dengan memberi input di tiap kesempatan yang didapatkan dengan nilai yang tidak sesuai, yang ditujukan terhadap fitur error's handling pada aplikasi.

11.2) *The Crime Spree Tour*

Teknik pengujian ini dilakukan dengan memberikan illegal input. Pengujian dilakukan dengan memasukkan type input yang berbeda, format tidak sesuai, terlalu panjang, terlalu pendek, dsb.

11.3) *The Wrong Turn Tour*

Teknik pengujian ini dilakukan dengan melakukan tahapan yang salah dalam aplikasi. Misalnya dengan melakukan check out sebelum memasukkan item

apapun dalam shopping cart, mengembalikan item yang tidak jadi dibeli, mengubah opsi delivery sebelum melengkapi pembelian, dsb.

1.3. Metode Entropy

Metode entropy merupakan metode pembobotan dengan kriteria jamak, yang menormalisasi nilai pada setiap kriteria meskipun terdapat perbedaan range nilai kriteria, baik kuantitatif maupun kualitatif. Pada metode entropy, pengguna juga dapat memberikan bobot (tingkat kepentingan) awal pada tiap kriteria (Harahap, et.al, 2017). Berikut langkah-langkah menghitung bobot dengan metode entropy:

- a) Membuat tabel data kriteria
- b) Menormalisasi tabel data kriteria

Adapun rumus normalisasi data kriteria ditunjukkan oleh persamaan (1), dimana

d_i^k = data yang telah dinormalisasi, x_i^k = data yang belum dinormalisasi, dan $x_{i_{max}}^k$ = data tertinggi yang belum ternormalisasi

$$d_i^k = \frac{x_i^k}{x_{i_{max}}^k} \quad (1)$$

Kemudian data yang telah ternormalisasi dihitung totalnya dengan persamaan (2), dimana D_k = jumlah data yang ternormalisasi, dan d_i^k = data yang telah ternormalisasi.

$$D_k = \sum_{k=1}^m d_i^k, k = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2)$$

- c) Menghitung entropy untuk setiap kriteria

Entropy tiap kriteria ke- i dihitung menggunakan rumus persamaan (5), dimana e_{max} = entropy maksimum, K = Konstanta entropy, $e(d_i)$ = entropy untuk setiap kriteria ke- i .

$$e_{max} = \ln m \quad (3)$$

$$K = \frac{1}{e_{max}} \quad (4)$$

$$e(d_i) = -K \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln \left(\frac{d_i^k}{D_i} \right), K > 0 \quad (5)$$

Setelah mendapat $e(d_i)$ untuk setiap kriteria, maka ditentukan total entropy untuk masing-masing kriteria dengan rumus persamaan (6), dimana n = jumlah kriteria.

$$E = \sum_{i=1}^n e(d_i) \quad (6)$$

- d) Menghitung bobot entropy

Langkah berikutnya adalah menghitung bobot dengan rumus persamaan (7), dimana $\bar{\lambda}_i$ = bobot entropy sementara, n = jumlah kriteria, E = total entropy untuk tiap kriteria.

$$\bar{\lambda}_i = \frac{1}{n-E} [1 - e(d_i)], 0 \leq \bar{\lambda}_i \leq 1 \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n \bar{\lambda}_i = \pm 1$$

- e) Menghitung bobot entropy akhir
Perhitungan bobot entropy akhir menggunakan rumus persamaan (8), dimana w = bobot awal yang diberikan oleh peneliti.

$$\lambda_i = \frac{\bar{\lambda}_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n \bar{\lambda}_i \cdot w_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian terdiri dari enam tahap, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Secara garis besar, pengujian dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian reliability menggunakan teknik pengujian eksplorasi berbasis tur dan analisis bobot hasil pengujiannya menggunakan metode entropy.



Gambar 2. Metodologi Pengujian

2.1. Memetakan Variasi Teknik Pengujian Eksplorasi Berbasis Tur Dengan Atribut Reliability

Berdasarkan studi literatur, ada 14 jenis teknik pengujian eksplorasi berbasis tur yang dilakukan tanpa menggunakan skenario, dan diketahui ada 4 atribut reliability. Untuk memastikan bahwa variasi teknik pengujian tersebut sesuai untuk digunakan menguji reliability, maka dilakukan pemetaan yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 2. Relasi variasi teknik pengujian eksplorasi dengan atribut reliability

Atribut Reliability	Maturity	Availability	Fault Tolerance	Recoverability
Jenis Teknik Pengujian				
<i>The Guidebook Tour</i>	✓	✓	-	-
<i>The FedEx Tour</i>	-	-	✓	✓
<i>The After-Hours Tour</i>	-	✓	✓	✓
<i>The Bad-Neighborhood Tour</i>	-	✓	✓	✓
<i>The Museum Tour</i>	-	✓	✓	✓
<i>The Prior Version Tour</i>	✓	✓	✓	✓
<i>The Lonely Businessman Tour</i>	-	✓	✓	✓
<i>The TOGOF Tour</i>	-	✓	✓	✓
<i>The Scottish Pub Tour</i>	✓	✓	-	-
<i>The Couch Potato Tour</i>	✓	✓	✓	-
<i>The Opposite Tour</i>	-	-	✓	✓
<i>The Crime Spree Tour</i>	-	-	✓	✓

<i>The Wrong Turn Tour</i>	-	✓	✓	✓
----------------------------	---	---	---	---

2.2. Menentukan Teknik Pengujian Eksplorasi

Berdasarkan hasil analisis hubungan variasi teknik pengujian eksplorasi dengan atribut reliability, maka jenis teknik yang akan digunakan yang sesuai dengan keadaan sistem dan tujuan penelitian antara lain:

- 1) *The FedEx Tour (FT)*
- 2) *The After-Hours Tour (AHT)*
- 3) *The Lonely Businessman Tour (LBT)*
- 4) *The Scootish Pub Tour (SPT)*
- 5) *The Couch Potato Tour (CPT)*
- 6) *The Opposite Tour (OT)*
- 7) *The Crime Spree Tour (CST)*
- 8) *The Wrong Turn Tour (WTT)*

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian berupa deskripsi kekurangan atau kelemahan dan error yang ditemukan pada aplikasi yang ditunjukkan pada tabel 3, 4, 5, 6, 7, dan 8. Deskripsi hasil pengujian pada tabel akan diberikan skor dengan rentang 1 sampai 5. Tetapi ada beberapa deksripsi hasil pengujian yang memiliki skor yang besar karena kekurangan atau bug yang ditemukan merupakan kelipatan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aplikasi Live

Teknik Pengujian	Temuan Kelemahan/ Bug di Aplikasi Live
FT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muncul pop up pemberitahuan “Error: No value for status” ketika membuka form pendaftaran fitur perizinan. (1) ▪ Pemilihan tanggal lahir kurang praktis, user harus memilih tanggal kelahiran dengan menggeser tanggal tiap bulan menuju tahun kelahiran. (3) ▪ Muncul pop up pemberitahuan “Data Tidak Ada” ketika menu cek status pada fitur perizinan dipilih. (1) ▪ Ada beberapa menu perizinan yang belum disertai link menuju aplikasi/ website pengurusannya, seperti menu perizinan tanda daftar gudang (TDG), surat tanda pendaftaran waralaba (STPW), izin pengelolaan pasar tradisional (IP2T), dsb. (2) ▪ Menu layanan akta lahir tidak dapat diakses, aplikasi tertutup secara otomatis. (5) ▪ Metode pembayaran untuk pembelian tidak tersedia di fitur portal tangerang, untuk pembelian produk. (4) ▪ Keranjang belanja tidak menampilkan barang yang telah ditambahkan pada fitur portal tangerang. (4) ▪ Untuk merubah barang yang ditambahkan, pengguna harus menuju menu awal tampilan produk portal tangerang dan mengubah atau menghapus pesanan. (3) ▪ Menu antrian PLN tidak dapat diakses, aplikasi kembali ke halaman awal atau tertutup secara otomatis. (5)

AHT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi dapat digunakan dengan baik pada malam hari diatas pukul 22.00.
LBT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Terdapat bug di e-rapor, ketika membuka tombol kamera untuk memfoto kartu keluarga guna melengkapi berkas administrasi rapor, aplikasi tertutup. (5) ▪ Fitur pencarian di menu SI Abang belum tidak maksimal, pengguna tetap harus mengisi form secara spesifik (pilih SKPD, pilih pagu, pilih cara, pilih lokasi dan pilih tanggal) untuk mencari data. (3)
SPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi tertutup pada saat mengubah (kustomisasi) menu layanan yang ditampilkan dihalaman depan, dan berhasil ketika mengulangi untuk kedua kali, kemudian berulang ketika akan diubah. (5) ▪ Terdapat pop up event kota yang sudah berlalu, yang memenuhi halaman aplikasi setiap kali membuka aplikasi. (1) ▪ Terdapat pesan masuk pada halaman “inbox” berupa informasi pemerintah “Koben” dan “Majalah” yang notifikasi edisinya jauh sebelum pengguna mendaftar. (1) ▪ Informasi pesan masuk Koben dan Majalah jika diklik mengarahkan ke halaman download aplikasi Pusat Pelayanan Informasi dan Dokumentasi Pemerintah Kota Tangerang di Google Playstore, walaupun aplikasi sudah diinstal, pengguna tidak diarahkan langsung ke aplikasi maupun artikel tertentu. (1) ▪ Layanan transportasi, event kota, kampung kita diarahkan ke halaman download aplikasi e-plesiran meskipun aplikasi sudah diinstal. (1) ▪ Layanan berita (e-news), e-paper, JDIH, Buletin, jadwal sholat, masjid terdekat, dan layanan lingkungan diarahkan menuju halaman download aplikasi Pusat Pelayanan Informasi dan Dokumentasi di Google Playstore meskipun aplikasi sudah diinstal. (1)
CPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ketika dipilih tanggal saja pada form riwayat transaksi di fitur pajak dan retribusi, aplikasi tertutup. (5) ▪ Form pembayaran zakat hadiah menerima input Rp.2, dengan nilai total zakat Rp.0. (4) ▪ Form NIK pada fitur layanan aktif Baznaz masih dapat diinput nilai 0 dan bilangan lain yang bukan NIK sebanyak 16 angka dan dapat di klik tombol daftar. (3) ▪ Form konsultasi zakat menerima input karakter acak pada field nama, email dan pesan konsultasi. (3) ▪ Form upload kartu keluarga pada fitur e-rapor mengarah ke halaman utama aplikasi setelah foto diupload. (2) ▪ Form pencarian materi pada menu layanan belajar not responding ketika pencarian dilakukan 1 dengan input 1 karakter, waktu tunggu menampilkan hasil pencarian cukup lama. (2) ▪ Form pengambilan antrian online tidak bekerja maksimal, field tanggal dapat dikosongi, dan ketika disubmit kembali ke halaman awal antrian online yang terdiri dari banyak menu instansi. (2)

OT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form pelayanan pajak dan retribusi masih dapat diinput nilai 0, 00000000000000000000, dan nilai tidak valid lainnya (belum ada filter input pada form). (2) ▪ Form nomor pelanggan pada info cek tagihan PAM dapat diinput karakter 0 sebanyak 1 dan 0 hingga 30. (2) ▪ Formulir konsultasi zakat pada layanan islami dapat diinput nilai minus 0 pada setiap field. (2) ▪ Formulir tanggal pada layanan si abang dapat diisi karakter dan nilai minimum tanpa harus memilih tanggal. (3)
CST	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form cek pelayanan pajak dan retribusi masih dapat dituliskan karakter tanda baca dan huruf. (2) ▪ Field keterangan tambahan alamat pengiriman pada keranjang belanja portal tangerang dapat diisi tanda baca dan karakter acak yang tidak valid. (2) ▪ Formulir konsultasi zakat pada layanan islami dapat diinput karakter acak pada setiap field. (2) ▪ Field pesan dan nomor telepon pada form pengaduan PAM dapat diisi karakter acak dan tanda pagar. (2) ▪ Form check in pada layanan aman bersama dapat diinput karakter panjang dan acak yang tidak valid. (3)
WTT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penulisan karakter acak pada kolom tanggal di layanan si abang tidak berpengaruh terhadap hasil pencarian. (3) ▪ Input pada formulir siabang tidak harus diisi seluruhnya untuk mendapat hasil pencarian. (1)

Tabel 4. Hasil Pengujian Aplikasi Sadayana

Teknik Pengujian	Temuan Kelemahan/ Bug di Aplikasi Sadayana
FT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hampir seluruh layanan yang tersedia dialihkan menuju aplikasi dan website lain yang lebih spesifik, sehingga sedikit aliran data input yang dapat diikuti pada form. (3) ▪ Waktu tunggu input dan posting thread lama, hingga memakan waktu 5 menit, dan tidak berhasil, tombol menunjukkan masih loading, ketika kembali ke halaman thread, input tidak tersimpan. (5) ▪ Waktu tunggu input dan posting event lama, hingga memakan waktu 5 menit, dan tidak berhasil, tombol menunjukkan masih loading, ketika kembali ke halaman event, input tidak tersimpan. (5) ▪ Waktu tunggu posting form lama, hingga memakan waktu 5 menit, dan tidak berhasil, tombol menunjukkan masih loading, ketika kembali ke halaman form, form yang dibuat tidak tersimpan. (5)
AHT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi dapat digunakan dengan baik pada malam hari diatas pukul 22.00.
LBT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Halaman layanan humas gagal ditampilkan. (5) ▪ Halaman layanan kebersihan gagal ditampilkan, wesbite tidak tersedia. (5) ▪ Halaman layanan PDAM masih kosong. (5)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Halaman layanan dinas kebersihan dan lingkungan hidup tidak tersedia. (5) ▪ Halaman layanan command center tidak tersedia. (5)
SPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Halaman layanan perizinan beberapa kali tidak muncul/ gagal ditampilkan pada jam sibuk pukul 10.00 sampai 11.00. (2) ▪ Tampilan video CCTV tidak dapat diperbesar. (1) ▪ Halaman website Dinas Penanaman Modal dan PTSP Kota Bandung gagal dimuat/ ditampilkan. (5) ▪ Menu regulasi pada layanan perizinan gagal ditampilkan. (5) ▪ Menu pengaduan pada layanan perizinan gagal ditampilkan. (5) ▪ Menu video tutorial pada layanan perizinan gagal ditampilkan. (5) ▪ Menu layanan OSS pada layanan perizinan gagal ditampilkan. (5) ▪ Menu layanan lapor gagal ditampilkan. (5)
CPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tampilan halaman layanan perizinan masih belum responsif, pop up yang tampil tidak dapat terbaca dengan tampilan portrait. (3) ▪ Belum ada error handling pada form input thread dan event jika isi field kosong, dan diisi nilai 0 atau minus. (2x2=4)
OT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum terdapat filter / error handling pada form input layanan perizinan, sehingga banyak field yang dapat diisi karakter acak, dan tidak sesuai. (15) ▪ Belum ada error handling untuk mencegah kehilangan data input di halaman form perizinan langsung menuju ke halaman utama aplikasi. (15) ▪ Belum ada error handling untuk mencegah kehilangan data input di halaman form input thread dan event langsung menuju ke halaman utama aplikasi. (6)
CST	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Field NPWP, NIK, nama pemohon, dan field isian lainnya kecuali No. Resi pada form pelayanan perizinan belum memiliki error handling secara langsung ketika pengguna menginputkan karakter yang tidak sesuai, terlalu banyak dan terlalu pendek. (15) ▪ Field judul pada form buat thread belum memiliki error handling secara langsung ketika pengguna menginputkan karakter yang tidak sesuai, terlalu banyak dan terlalu pendek. (3) ▪ Field nama event, tanggal mulai, tanggal selesai, penyelenggara event, lokasi belum memiliki error handling secara langsung ketika pengguna menginputkan karakter yang tidak sesuai, terlalu banyak dan terlalu pendek. (3)
WTT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ketika proses input event dilakukan, baru menekan tombol submit, kemudian pengguna memilih menu forum, halaman langsung pindah tanpa ada error handling, data tidak tersimpan. (3) ▪ Ketika proses input thread dilakukan, baru menekan tombol submit, kemudian pengguna memilih menu event, halaman langsung pindah tanpa ada error handling, data tidak tersimpan. (3) ▪ Form perizinan yang sudah diisi lengkap dapat ditinggalkan dengan memilih menu home. (15)

Tabel 5. Hasil Pengujian Aplikasi Jogja Smart Service

Teknik Pengujian	Temuan Kelemahan/ Bug di Aplikasi Jogja Smart Service
FT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laporan pengaduan kekerasan yang telah disubmit tidak menampilkan hasil input, melainkan tampilan halaman web yang gagal dimuat. [5] ▪ Hampir seluruh layanan yang tersedia dialihkan menuju aplikasi dan website lain yang lebih spesifik, sehingga sedikit aliran data input yang dapat diikuti pada form. (3)
AHT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi dapat digunakan dengan baik pada malam hari diatas pukul 22.00.
LBT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menu uji kualitas air masih belum dapat diakses, “forbidden”. [5] ▪ Pada menu e-government terdapat banyak layanan yang informasinya tidak dapat ditampilkan, dan sub menunya tidak dapat di klik untuk dibuka. [5] ▪ Pada menu cek potensi informasi publik, setelah melihat informasi potensi investasi, pengguna diarahkan ke halaman menu awal informasi publik, seharusnya ke daftar informasi potensi informasi dan sub menu di dalamnya. [3] ▪ Data potensi investasi masih banyak yang tidak tersedia dan tampilan halamannya kosong, misalnya data potensi investasi bidang pendidikan, hoome schooling, bank perkreditan, pengembangan aplikasi, perawatan kecantikan, dan sebagainya. [10] ▪ Pada menu informasi publik geoportal, pengguna diarahkan kembali ke halaman awal menu informasi publik, sehingga menyulitkan pengguna untuk membaca informasi karena harus memilih menu hingga dua kali untuk melihat informasi geoportal. [3] ▪ Submenu jogja smart service pada menu informasi publik kependudukan tidak tampil, terdapat tampilan kesalahan dalam pengkodean. [5] ▪ Menu open data pada informasi publik mengarah pada website open data, tetapi belum tersedia. [5] ▪ Informasi publik tentang pelaksanaan lelang masih kurang informasi, tampilan hanya berupa grafik pelaksanaan lelang dari tahun ke tahun. [3] ▪ Menu konsultasi belajar siswa dan monitoring siswa belum tersedia kontennya.[5] ▪ Portal berita informasi covid 19 dan warta kota tidak tersedia kontennya. [5] ▪ Menu e-sewa dan ekonomi kreatif belum tersedia kontennya. [5] ▪ Tombol back (kembali) di tampilan konten informasi tidak berfungsi untuk mengarahkan pengguna kembali ke halaman sebelumnya. [3] ▪ Tampilan menu kampung wisata (kamelia), mengarah pada web pariwisata tetapi kontennya tidak tersedia dan website masih error. [5]

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi tertutup tiba-tiba setelah memilih menu pengaduan UPIK yang mengharuskan pengguna memilih lokasi dengan tampilan peta dan gps lokasi pengguna pada aplikasi. Tetapi pada percobaan kedua tidak terjadi. [5]
SPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi berhenti dan tertutup ketika mengirim pengaduan umum yang menggunakan lokasi GPS dan isian form lain kosong. [5] ▪ Tampilan video CCTV tidak dapat diperbesar. (1)
CPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pada menu izin usaha di menu kelola lingkungan, bagian form sumber emisi, limbah B3, sumur, sungai, sk perizinan, upaya pengelolaan lingkungan, dan upaya pemantauan lingkungan belum memiliki error handling ketika form tidak diisi dan sudah menambah field input lain atau berpindah tab menu. [15]
OT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Layanan gawat darurat, kebakaran, dan penyelamatan jiwa belum memiliki error handling pada form laporan, ketika dipilih kirim laporan tidak ada peringatan terkait pengisian form kosong. [15] ▪ Form pengaduan umum belum memiliki error handling karakter acak dan kosong yang diinputkan, tetapi data tidak dapat disubmit. [3] ▪ Form pengaduan saran dan pertanyaan dapat disubmit meskipun pesan kosong. [3]
CST	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form Form pengaduan umum belum memiliki error handling ketika karakter terlalu pendek dan terlalu panjang diinputkan, tetapi data tidak dapat disubmit. [3] ▪ Form perizinan usaha pada menu lingkungan, pada bagian form sumber emisi, limbah B3, sumur, sungai, sk perizinan, upaya pengelolaan lingkungan, dan upaya pemantauan lingkungan masih belum memiliki error handling karakter minimum, maksimum, tanda baca dan angka. [15] ▪ Form info tagihan PDAM belum memiliki error handling karakter nomor pelanggan. [2] ▪ Form pemesanan tiket taman pintar belum memiliki error handling untuk tipe data yang diinputkan. [3]
WTT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data input pada form tambah usaha di menu kelola lingkungan akan hilang jika belum di simpan dan memilih untuk berpindah menu, tidak ada error handling untuk mengingatkan pengguna bahwa data belum disimpan. [3] ▪ Form pemesanan tiket taman pintar masih belum memiliki error handling untuk mengingatkan pengguna bahwa data belum disimpan. [3]

Tabel 6. Hasil Pengujian Aplikasi Cimahi Smart City

Teknik Pengujian	Temuan Kelemahan/ Bug di Aplikasi Cimahi SmartCity
FT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seluruh layanan yang tersedia dialihkan menuju website lain yang lebih spesifik, sehingga tidak ada aliran data input yang dapat diikuti pada form. (50)

AHT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi dapat digunakan dengan baik pada malam hari diatas pukul 22.00.
LBT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form pengaduan tidak dapat diisi karenatidak menampilkan keyboard. (15) ▪ Pop up panduan laporan pengaduan tidak dapat diperbesar, tulisan terlalu kecil. (2) ▪ Isi menu PPDB kosong (5) ▪ Isi menu Data Pokok Pendidikan PAUD-DIKMAS Kosong (5) ▪ Form Peminjaman Fasilitas Gedung tidak menampilkan keyboard (15) ▪ Secara keseluruhan, layanan pada aplikasi diarahkan menuju situs dan aplikasi tersendiri, sehingga tidak ada layanan yang bisa langsung digunakan oleh pengguna. (50)
SPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.
CPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.
OT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.
CST	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.
WTT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.

Tabel 7. Hasil Pengujian Aplikasi Nganjuk SmartCity

Teknik Pengujian	Temuan Kelemahan/ Bug di Aplikasi Nganjuk SmartCity
FT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seluruh layanan yang tersedia dialihkan menuju website lain yang lebih spesifik, sehingga tidak ada aliran data input yang dapat diikuti pada form. (50)
AHT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi dapat digunakan dengan baik pada malam hari diatas pukul 22.00.
LBT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konten menu WadulmasNovi tidak tersedia (5) ▪ Konten lowongan kerja kemnaker tidak tersedia (5) ▪ Konten lowongan kerja jawa timur tidak tersedia (5) ▪ Konten lowongan kerja kab nganjuk tidak tersedia (5) ▪ Konten agenda pelatihan kerja tidak tersedia (5) ▪ Konten event kosong (5) ▪ Tampilan gambar pada menu event yang telah berlangsung kosong (2) ▪ Menu layanan e-government – LPSE, PPID, E-Absensi, LPPD, E-Planning, Kesbang, JDIH, SIMPKB, SIMAS, SIPOLAN tidak dapat diakses (disable) (25) ▪ Konten menu kesbangpol tidak tersedia (5) ▪ Konten klinik pengawasan tidak tersedia, terdapat error kode program (5) ▪ Knten SIPOLAN tidak tersedia, terdapat error 404 (5)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menu layanan publik: layanan TKI mandiri, BAPENDA, LPSE, PPID, Bank Jatim, Bank Jatim, JDIH, SIRUP, TPAD, SIKAP memiliki jeda waktu 2-3 detik menuju situs yang diarahkan tanpa ada informasi navigasi waktu loading (2x 10=20) ▪ Menu kesehatan hanya berisi 2 informasi rumah sakit, tanpa disertai link (5) ▪ Konten izin online tidak tersedia, terdapat error kode program (5) ▪ Konten monitoring berkas tidak tersedia, terdapat error kode program (5) ▪ Konten pengaduan tidak tersedia, terdapat error kode program (5) ▪ Konten website DPMPTSP tidak tersedia, terdapat error kode program (5)
SPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tampilan halaman jadwal penggunaan gedung kurang responsif, tampilan belum tertata dengan baik (3) ▪ Peta rute bus sekolah Pace-Nganjuk hanya menampilkan peta umum dan tidak terdapat rute jalan bus (4) ▪ Peta rute bus sekolah Gondang-Nganjuk hanya menampilkan peta umum dan tidak terdapat rute jalan bus (4) ▪ Peta rute bus sekolah Berbek-Nganjuk hanya menampilkan peta umum dan tidak terdapat rute jalan bus (4) ▪ Peta rute bus sekolah Warujayeng-Nganjuk hanya menampilkan peta umum dan tidak terdapat rute jalan bus (4) ▪ Peta rute bus sekolah Wilangan-Nganjuk hanya menampilkan peta umum dan tidak terdapat rute jalan bus (4) ▪ Peta rute bus sekolah Sawahan-Nganjuk hanya menampilkan peta umum dan tidak terdapat rute jalan bus (4)
CPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.
OT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form resi survey kepuasan masyarakat belum memiliki error handling karakter yang tidak sesuai (2)
CST	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form resi survey kepuasan masyarakat belum memiliki error handling karakter terlalu panjang dan pendek (2)
WTT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menu navigasi dari halaman sub menu aplikasi > berita > di back kembali ke home (bukan ke halaman sub menu) (3)

Tabel 8. Hasil Pengujian Aplikasi Cimahi Smart City

Teknik Pengujian	Temuan Kelemahan/ Bug di Aplikasi Tuban SmartCity
FT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seluruh layanan yang tersedia dialihkan menuju website lain yang lebih spesifik, sehingga tidak ada aliran data input yang dapat diikuti pada form. (50)
AHT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplikasi dapat digunakan dengan baik pada malam hari diatas pukul 22.00.
LBT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konten SIKDA GENERIK tidak tersedia (5) ▪ Situs Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan tidak tersedia (5) ▪ Situs Dinas Lingkungan Hidup tidak tersedia (5)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situs Dinas Pariwisata, Kebudayaan, Pemuda dan Olahraga tidak tersedia (5) ▪ Situs Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang tidak tersedia (5) ▪ Situs Dinas Pemberdayaan Masyarakat dan Desa, dan KB tidak tersedia (5) ▪ Situs Dinas Perikanan dan Peternaka tidak tersedia (5) ▪ Situs Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan (5) ▪ Situs Dinas Sosial, Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak tidak tersedia (5) ▪ Informasi pada Tuban Data Center banyak yang tidak tersedia (15) ▪ Konten Transparansi Anggaran tidak tersedia (5)
SPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hampir seluruh situs yang dibuka memerlukan waktu tunggu yang lama sekitar 4-10 detik untuk tampil, dan ada yang time out (5) ▪ Pop up informasi persentase loading halaman terkadang menutup tampilan informasi dan link di bagian bawah halaman. (3)
CPT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.
OT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form login SIELOG belum memiliki error handling karakter acak (huruf, angka dan tanda baca) (2) ▪ Form Login E-Kinerja belum memiliki error handling karakter acak (huruf, angka dan tanda baca) (2) ▪ Form Login E-Planning belum memiliki error handling karakter acak (huruf, angka dan tanda baca) (2) ▪ Form Login E-SOP belum memiliki error handling karakter acak (huruf, angka dan tanda baca) (2)
CST	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Form login SIELOG belum memiliki error handling karakter minimum dan maksimum (2) ▪ Form login E-Kinerja belum memiliki error handling karakter minimum dan maksimum (2) ▪ Form login E-Planning belum memiliki error handling karakter minimum dan maksimum (2) ▪ Form login E-SOP belum memiliki error handling karakter minimum dan maksimum (2)
WTT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teknik pengujian tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi.

Berdasarkan hasil pengujian yang diuraikan pada tabel 3 sampai 8, dapat dilihat pada tabel 6, 7, dan 8 ada beberapa teknik pengujian yang tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi. Meskipun secara umum memiliki fitur yang sama, aplikasi smart city yang dibangun di tiap kota memiliki perbedaan dari detail fitur yang disediakan, layanan yang dapat diakses secara online oleh masyarakat, serta jenis informasi yang dibagikan.

Pada aplikasi Cimahi SmartCity, Nganjuk Smart City, dan Tuban Smart City, sebagian besar fitur aplikasi berupa informasi yang diarahkan menuju website atau aplikasi tambahan lainnya, seperti website dinas atau SKPD yang melakukan pelayanan, dan aplikasi khusus yang dapat digunakan oleh masyarakat seperti aplikasi pariwisata

daerah, kewirausahaan, pusat informasi dan dokumentasi, dan sebagainya. Serta banyak layanan yang hanya dapat dilakukan secara offline.

Sedangkan pada aplikasi Live, Sadayana dan Jogja Smart Service, informasi dan layanan masyarakat yang disediakan sudah lebih lengkap dan banyak yang dapat dilakukan secara online oleh masyarakat. Terdapat tautan pengaduan layanan via aplikasi, website maupun via whatsapp yang dapat diakses online setiap saat. Tautan yang disediakan juga sudah terorganisir dengan baik, dimana menu-menu pada website tautan sangat jelas, mudah dimengerti dan disertai informasi persyaratan kelengkapan dokumen.

Berdasarkan hasil pengujian, sebagian besar kekurangan atau bug yang ditemukan berupa ketidaknyamanan penggunaan karena belum terdapat error handling pada form input, antarmuka yang kurang responsif, tidak tersedianya informasi, dan navigasi yang kurang sempurna. Tetapi ada beberapa bug yang cukup mengganggu yaitu tertutupnya aplikasi secara tiba-tiba ketika pengguna menggunakan fitur tertentu pada aplikasi Live, Sadayana dan Jogja Smart Services. Kekurangan dan bug yang ditemukan disajikan dalam bentuk skor nilai pada tabel 9. Semakin banyak kekurangan dan bug, maka semakin tinggi jumlah skor. Untuk beberapa teknik pengujian eksplorasi yang tidak dapat dilakukan karena keterbatasan aplikasi, diberikan nilai dari hasil nilai rata-rata skor teknik pengujian tersebut pada aplikasi lainnya. Beberapa teknik pengujian tidak dapat dilakukan pada aplikasi Cimahi SmartCity, Nganjuk Smart City dan Tuban Smart City karena sangat sedikit form input dan layanan masyarakat online yang disediakan pada ketiga aplikasi tersebut.

Tabel 9. Skor Hasil Pengujian Berdasarkan Kekurangan dan Bug yang Ditemukan

Teknik Pengujian	Live	Sadayana	Jogja Smart Service	Cimahi SmartCity	Nganjuk Smart City	Tuban Smart City
<i>FT</i>	25	18	8	17	17	17
<i>AHT</i>	0	0	0	0	0	0
<i>LBT</i>	8	25	67	92	117	65
<i>SPT</i>	10	33	6	17	27	8
<i>CPT</i>	21	7	15	14	14	14
<i>OT</i>	9	36	21	15	2	8
<i>CST</i>	11	21	23	13	2	8
<i>WTT</i>	4	21	6	8	3	8
Total	88	161	146	176	181	128

Untuk memberikan nilai dan bobot yang lebih objektif pada skor hasil pengujian, digunakan metode entropy untuk menghitungnya. Tahap pertama pembobotan dengan metode entropy dilakukan dengan menormalisasi skor pada tabel 9 menggunakan persamaan (1), kemudian dihitung totalnya menggunakan persamaan (2). Hasil normalisasi ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Normalisasi Entropy Skor Hasil Pengujian

Teknik Pengujian	Live	Sadayana	Jogja Smart Service	Cimahi SmartCity	Nganjuk Smart City	Tuban Smart City
<i>FT</i>	1	0.5	0.12	0.18	0.14	0.26
<i>AHT</i>	0	0	0	0	0	0
<i>LBT</i>	0.32	0.69	1	1	1	1
<i>SPT</i>	0.4	0.92	0.09	0.18	0.23	0.12
<i>CPT</i>	0.84	0.19	0.22	0.15	0.12	0.21
<i>OT</i>	0.36	1	0.31	0.16	0.02	0.12
<i>CST</i>	0.44	0.58	0.34	0.14	0.02	0.12
<i>WTT</i>	0.16	0.58	0.09	0.09	0.02	0.12
<i>Total</i>	3.52	4.01	2.17	1.9	1.55	1.95

Setelah normalisasi data, dihitung nilai entropy menggunakan persamaan (5) serta menghitung total entropy menggunakan persamaan (6). Hasil perhitungan nilai entropy dan total entropy ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Nilai Entropy Tiap Aplikasi dan Total Entropy

Aplikasi	Nilai Entropy	Total Entropy
Live	0.569	4.501
Sadayana	0.860	
Jogja Smart Service	0.756	
Cimahi SmartCity	0.731	
Nganjuk Smart City	0.850	
Tuban Smart City	0.735	

Kemudian dihitung bobot entropy dari keenam aplikasi menggunakan persamaan (7), hasilnya ditunjukkan pada tabel 12.

Tabel 12. Bobot Entropy Tiap Aplikasi

Aplikasi	Bobot Entropy
Live	0.227
Sadayana	0.093
Jogja Smart Service	0.162
Cimahi SmartCity	0.179
Nganjuk Smart City	0.100
Tuban Smart City	0.176

Setelah menghitung bobot entropy dari setiap aplikasi, tahap akhir adalah menghitung bobot entropy akhir dari keenam aplikasi menggunakan persamaan (8). Hasil perhitungan bobot akhir entropy ditunjukkan tabel 13. Pada tabel 13, dapat dilihat bahwa bobot entropy akhir berbeda dengan bobot awal yang diberikan, dan hasilnya lebih objektif. Bobot awal diberikan oleh peneliti dengan mempertimbangkan jumlah skor total hasil pengujian, dimana pada pemberian bobot awal, aplikasi yang memiliki skor bug paling sedikit, bobotnya paling tinggi.

Tabel 13. Perbandingan Bobot Awal dan Bobot Entrophy Akhir

Aplikasi	Bobot Awal	Bobot Entrophy Akhir
Live	0.3	0.408
Sadayana	0,2	0.111
Jogja Smart Service	0.25	0.242
Cimahi SmartCity	0.09	0.096
Nganjuk Smart City	0.06	0.036
Tuban Smart City	0.10	0.105

4. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemetaan atribut reliability perangkat lunak dengan variasi teknik exploratory testing berbasis tur membuktikan bahwa pengujian eskplorasi dapat digunakan untuk menguji reliability (kehandalan) perangkat lunak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi Live oleh Pemerintah Kota Tangerang memiliki reliability terbaik dengan jumlah kekurangan atau bug yang lebih sedikit daripada aplikasi lainnya. Urutan selanjutnya yang terbaik yaitu Jogja Smart Services, dan Sadayana. Aplikasi Tuban Smart City, Cimahi SmartCity, dan Nganjuk Smart City masih memiliki banyak kekurangan dari fitur-fitur yang tersedia, informasi yang dibagikan, dan jumlah layanan online yang dapat diakses masyarakat.

Metode entropy pada penelitian ini digunakan untuk membantu memberikan nilai yang lebih objektif dari skor hasil pengujian. Hasil dari pembobotan entropy akhir dapat diteruskan untuk menghitung penentuan urutan hasil pengujian lebih lanjut menggunakan metode promethee, AHP Topsis, atau metode lainnya.

5. Referensi

- Harahap, A.S., Tulus., & Budhiarti, Erna. (2017). Penerapan Metode Entropy Dan Metode Promethee Dalam Merangking Kualitas Getah Karet. *Jurnal Pelita Informatika*, Volume 6, Nomor 1, pp. 13-18.
- Hellman, T.D., & Maurer, F. (2011). Rule-Based Exploratory Testing of Graphical User Interfaces. *Agile Coference* (pp. 107-116).
- Hu, Hai., et al. Enhancing software reliability estimates using modified adaptive testing. *Journal of Information and Software Technology*. 55 (2013), no.2, 288–300.
- IndoTelko. (2021). 100 kota sudah adopsi smart city di Indonesia. Tersedia di: <https://www.indotelko.com/read/1639606244/100-indonesia>. Diakses Juni 2022.
- Kaliraj, S., Vivek, D., Kannan, M., Kartick, K., & Lydia, D.M. (2020). Critical review on software reliability models: Importance and application of reliability analysis in software development. *Materials Today: Proceedings* (pp. 1-9).
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2020). Mengenal Lebih Dekat Konsep Smart City dalam Pembangunan Kota. Tersedia di: <https://aptika.kominfo.go.id/2020/10/mengenal-lebih-dekat-konsep-smart-city-dalam-pembangunan-kota/>. Diakses Juni 2022.

- Oktaria, D., Suhardi., & Kurniawan, N.B. (2017). Smart City Services: A Systematic Literature Review. International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI). Bandung, October 23-24.
- Putri, T.S., & Ramdani, F. (2017). Reliability Testing using Hybrid Exploratory Basis of Tour and Fuzzy Inference System Tsukamoto. International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET) (pp. 176-183).
- Shen, L., Huang Z., Wong S.W., Liao, S., & Lou, Y. (2018). A holistic evaluation of smart city performance in the context of China. Journal of Cleaner Production. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.07.281.
- United Nations. (2016). The World's Cities. Tersedia di: https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf. Diakses Juni 2022.
- Whittaker, J. A. (2010). Exploratory software testing: tips, tricks, tours, and techniques to guide manual testers. Boston: Addison-Wesley/Pearson Education.
- World Bank. (2020). Urban population. Tersedia di: [https://data.worldbank.org/indicator/ SP.URB.TOTL.IN.ZS](https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS). Diakses Juni 2022.
- Yu, J. (2018). Design and Application on Agile Software Exploratory Testing Model. 2nd IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC 2018) (pp. 2082 – 2088).