

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PENJUALAN TENUN BIBOKI BERBASIS ANDROID

Fransisco L. Z. Meko¹⁾, Syahminan²⁾, Danang Aditya Nugraha³⁾

Teknik Informatika Universitas Kanujuruhan Malang, Jl. S. Supriadi, Malang, Indonesia
email : aldomeko74@gmail.com¹⁾, syahminan@unikama.ac.id²⁾, danang.adty@unikama.ac.id³⁾

Abstrak

Perubahan dalam dunia teknologi yang terus meningkat membuat manusia untuk memanfaatkan dan menggunakan teknologi sebaik mungkin. Hampir semua kegiatan dalam kehidupan manusia mengalami perubahan dari cara konvensional yang dilakukan dengan cara manual menjadi cara modern. Salah satunya adanya kegiatan jual beli kain tenun Biboki. Ruang lingkup penjualan yang terbatas membuat penjual tenun biboki mengalami kesulitan dalam menjual dan mencari konsumen. Hal tersebut dikarenakan belum ada wadah khusus yang dapat membantu penjual tenun Biboki dalam menjual produk mereka. Untuk mengatasi permasalahan tersebut penulis mencoba membuat aplikasi penjualan tenun biboki berbasis android menggunakan metode pengembangan sistem Waterfall dengan melalui tahapan analisis kebutuhan, design, implementasi, pengujian. penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi penjualan kain tenun agar dapat digunakan sebagai wadah penjualan kain tenun Biboki

Kata Kunci :

Teknologi, Waterfall, Penjualan, Tenun Biboki

Abstract

Changes in the world of technology that continue to increase make people to make the best use and use of technology. Almost all activities in human life have changed from conventional methods which are carried out by manual methods to modern methods. One of them is the activity of buying and selling Biboki woven fabrics. The limited sales scope makes biboki weaving sellers experience difficulty in selling and finding consumers. This is because there is no special container that can help Biboki weaving sellers in selling their products. To solve this problem, the writer tries to make an Android-based biboki weaving sales application using the Waterfall system development method by going through the stages of needs analysis, design, implementation, testing. This study aims to make a sales application for woven fabrics so that they can be used as a container for selling Biboki woven fabrics

Keywords :

Technology, Waterfall, Sales, Biboki Weaving

1. PENDAHULUAN

Tenun biboki merupakan hasil kerajinan tenun-menenun dari masyarakat kecamatan biboki, kabupaten timor tengah utara. Selain digunakan sebagai pakaian sehari-hari, kain tenun yang dihasilkan oleh pengrajin tenun biboki dijual untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Ruang lingkup penjualan yang terbatas membuat penjual tenun biboki masih kesulitan dalam penjualan produk dan mencari konsumen, hal tersebut disebabkan karena belum ada wadah khusus yang dapat membantu penjual tenun dalam menjual produknya.

Selama ini Penjualan tenun biboki masih di lakukan dengan cara konvensional seperti penjual harus ke rumah-rumah masyarakat menjual produk tenunnya dan di jual ke toko-toko dengan harga yang lebih murah. Cara penjualan tersebut masih kurang efisien karena mengeluarkan cukup banyak biaya, waktu dan tenaga.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada maka dibutuhkannya pemanfaatan teknologi sekarang ini dengan menggunakan aplikasi yang di jalankan pada smartphone berbasis android agar dapat digunakan sebagai wadah khusus dalam penjualan tenun biboki.

Aplikasi berbasis android sekarang ini banyak digunakan sebagai media jual beli online karena dengan memanfaatkan aplikasi berbasis android penjualan lebih efisien seperti meminimalisasikan waktu, biaya, tenaga. selain itu dengan aplikasi android penjual dapat memperluas jaringan penjualannya.

2. METODE / ALGORITMA

2.1 Model Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk dan menguji keefektifan dari produk yang dihasilkan . Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model *waterfall*. Model *waterfall* dipilih karena tahapan-tahapan berurutan dan sistematis.

2.2 Prosedur Penelitian Pengembangan

Berdasarkan model pengembangan yang telah ditentukan yaitu model *waterfall* maka terdapat beberapa langkah-langkah prosedural dalam mengembangkan produk antara lain :

1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara pada penjual tenun biboki, kabupaten timor tengah utara. Tujuan wawancara pada penjual tenun biboki adalah untuk mengidentifikasi, menganalisa kemudian mencari solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Hasil analisis kebutuhan yang di dapat berupa dokumen-dokumen *requirement* sistem yang akan digunakan dalam perancangan sistem penjualan tenun biboki berbasis android.

2. Desain sistem

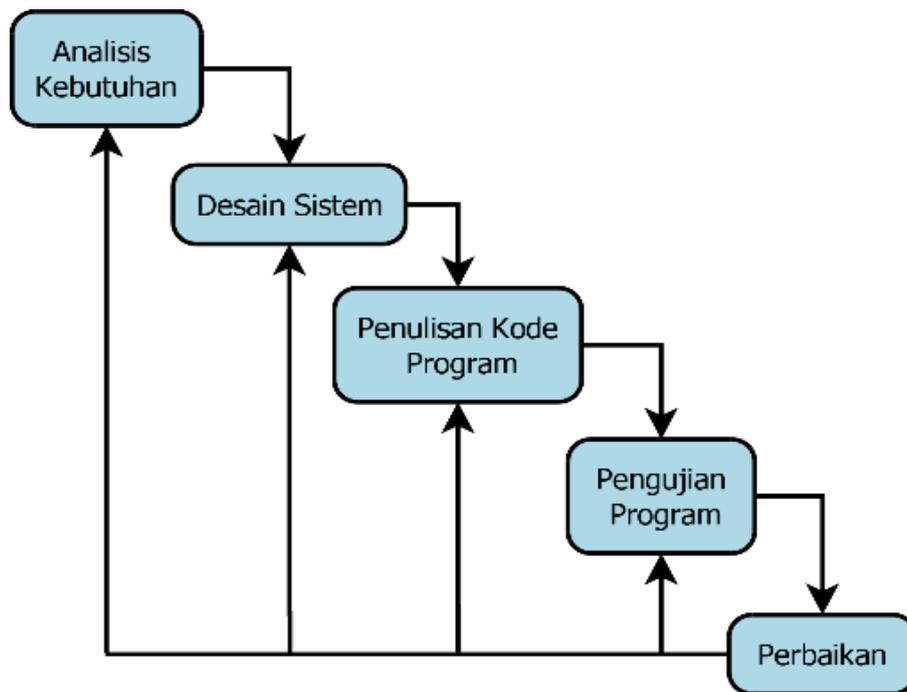
Tahapan desain sistem pada penelitian ini meliputi perancangan UML dan Perancangan User Interface berdasarkan *requirement* sistem yang telah di dapat pada tahap analisis kebutuhan. Tujuan dari desain sistem untuk menjelaskan bentuk dari aplikasi yang akan dibangun agar mudah dipahami pengguna.

3. Penulisan Kode Program

Penulisan kode program pada penelitian ini menggunakan *platform Android Studio*. Penulisan kode program dilakukan setelah tahapan desain sistem. Pada tahap ini penulisan kode program bertujuan untuk menerapkan hasil desain kedalam bentuk program kemudian memberikan fungsi-fungsi pada aplikasi yang dibangun.

4. Pengujian program

Setelah penulisan program pada aplikasi yang dibangun tahap selanjutnya dilakukan pengujian program pada penelitian ini dengan metode *black box* yang bertujuan menguji setiap fungsionalitas dari aplikasi yang di bangun.

Gambar 1. Tahapan Metode *Waterfall*

2.3 Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan untuk mengukur tingkat kelayakan aplikasi penjualan tenun biboki berbasis android.

1. Uji Coba Lapangan Terbatas

Uji coba lapangan terbatas ini dilakukan validasi oleh penjual tenun biboki kemudian menyebarkan kuisioner kepada 10 responden. Tahap validasi dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dalam aplikasi sudah sesuai dengan kebutuhan penjual tenun biboki.

2. Uji Coba Lapangan Lebih Luas

Uji coba lapangan lebih luas dilakukan pada kelompok besar yang berjumlah 25 responden.

2.4 Subyek Uji Coba

Subjek uji coba pada penelitian ini adalah 1 penjual tenun biboki, 10 responden yaitu mahasiswa pada uji coba lapangan terbatas dan 25 responden yaitu masyarakat umum yang terlibat dalam uji coba lapangan lebih luas. Total subyek uji coba dilakukan pada 36 responden.

2.5 Jenis Data

Jenis data pada penelitian ini berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif yang diperoleh dari kuisioner uji lapangan berupa saran dan masukan dari subyek penelitian. Data kuantitatif berupa angka yang kemudian diubah menjadi data kualitatif yang diperoleh dari hasil kuisioner uji lapangan.

2.6 Instrumen Pengumpulan Data

1. Wawancara

Wawancara dilakukan bertujuan untuk mengetahui permasalahan dan untuk memperoleh data yang digunakan untuk membangun dan mendefinisikan kebutuhan pada aplikasi yang akan dibangun. Instrumen wawancara dilakukan dengan tanya jawab kepada narasumber yaitu penjual tenun biboki.

2. Kuisisioner

Kuisisioner digunakan untuk memperoleh penilaian, saran dan masukan dari subjek penelitian terhadap aplikasi yang dibangun. Hasil dari kuisisioner tersebut digunakan sebagai data untuk mengukur kelayakan aplikasi.

2.7 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan skala likert dari skala 1-5. Hasil dari jawaban kuisisioner kemudian dianalisis menggunakan kriteria pada tabel 1.

setelah melakukan analisis dengan skala likert kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase dari setiap jawaban dari kuisisioner dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{\text{Total Skor}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Nilai persentase

Total Skor = \sum skor penilaian x responden

Skor Maksimal = skor x jumlah keseluruhan responden

Nilai persentase yang didapat kemudian di transformasikan ke dalam kategori pada tabel 2.

Tabel 1. Kriteria Jawaban Kuisisioner

<i>Jawaban</i>	<i>Skor</i>
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup Setuju	3
Kurang Setuju	2
Tidak Setuju	1

Tabel 2. Kategori Nilai Persentase

<i>Kategori</i>	<i>Keterangan</i>
0%-20%	Tidak Setuju
21%-40%	Kurang Setuju
41%-60%	Cukup Setuju
61%-80%	Setuju
81%-100%	Sangat Setuju

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan yang didapat dari hasil wawancara dengan penjual tenun biboki sebagai berikut :

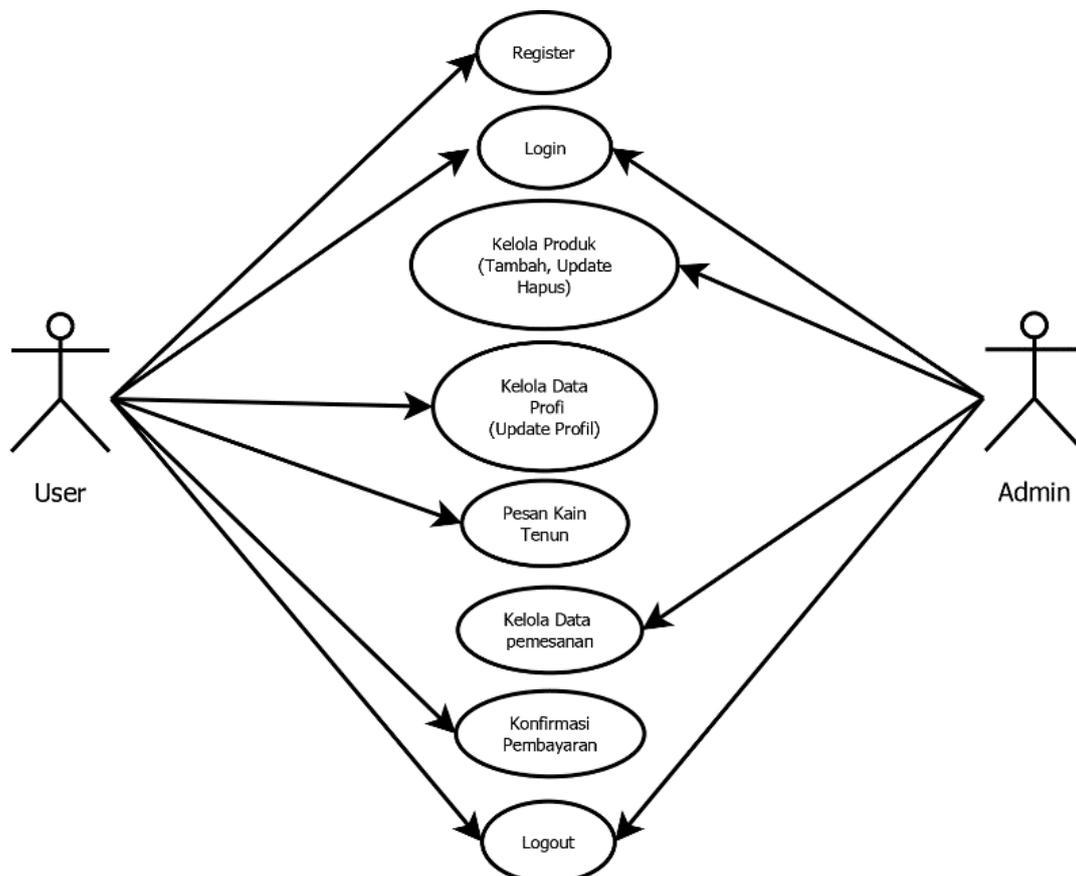
1. Aplikasi berupa *software* menggunakan perangkat berbasis sistem operasi android.
2. Aplikasi dapat melakukan penambahan produk yang dilakukan oleh penjual kain tenun.
3. Aplikasi dapat mengelola produk kain tenun yaitu dapat melakukan perubahan dan penghapusan data oleh admin.
4. Aplikasi dapat melihat pesanan dari pembeli yang hanya dapat diakses oleh admin.
5. Pengguna dapat mencari, melihat dan memesan produk yang diinginkan.
6. Pengguna dapat melihat informasi dari penjual kain tenun.

3.2 Desain

Tahapan desain sistem dilakukan setelah melakukan tahapan analisis kebutuhan. Tahapan desain sistem melewati perancangan UML dan *User Interface*.

1. UseCase Diagram Utama

Usecase Diagram utama berfungsi untuk mendeskripsikan layanan yang diberikan oleh sistem ke *user*. Dalam *usecase* diagram utama terdapat dua aktor yaitu admin dan *user*.



Gambar 2. UseCase Diagram Utama

2. Perancangan Awal *User Interface*

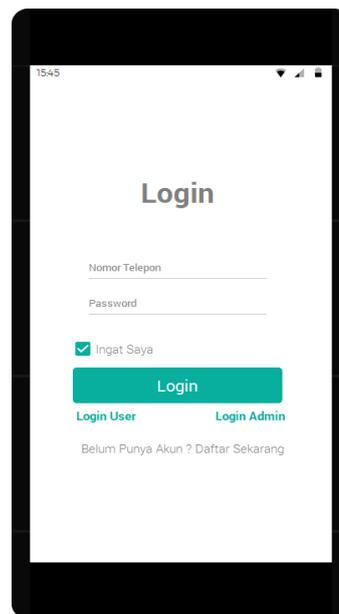
Perancangan *User Interface* dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan awal *User Interface* admin dan perancangan awal *User Interface* Pengguna.

a. Rancangan Awal Halaman Login Admin dan User

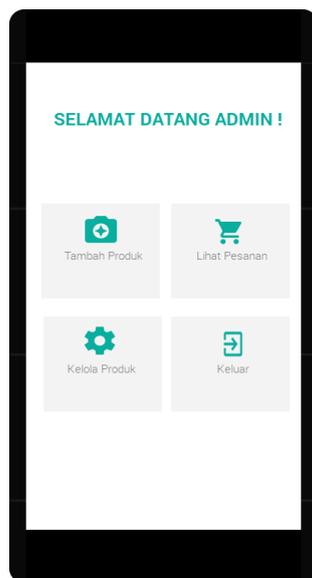
Admin dan User dapat mengakses login ke aplikasi pada halaman login yang sama dengan memasukkan nomor telepon dan password, namun antara admin dan user memiliki hak akses yang berbeda. Admin login dengan cara memasukkan nomor telepon dan password yang sudah dibuat khusus untuk admin, kemudian menekan tombol login admin sehingga login sebagai admin.

b. Rancangan Awal Halaman Beranda Admin

Halaman beranda admin berisi menu tambah produk, lihat pesanan, kelola produk dan logout.



Gambar 3. Rancangan Awal Halaman Login



Gambar 4. Rancangan Awal Halaman Beranda Admin

3.3 Implementasi/Penulisan Kode Program

Tahap penulisan program merupakan tahap menerapkan hasil rancangan awal ke dalam program. Adapun hasil dari penulisan kode program sebagai berikut :

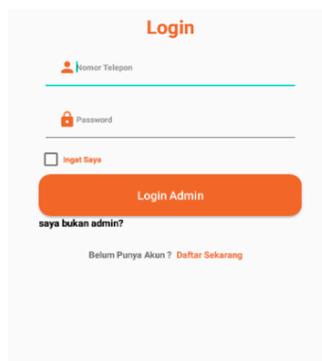
1. Interface Admin

a. Halaman Login Admin

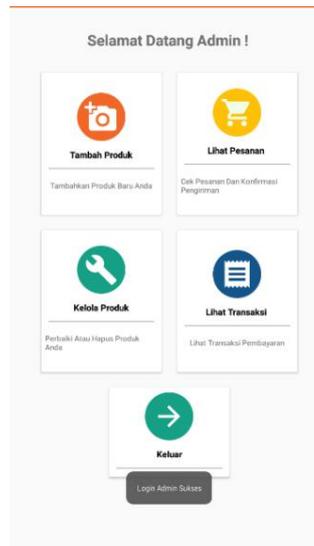
Halaman login admin digunakan admin untuk dapat mengakses halaman beranda admin.

b. Halaman Beranda Admin

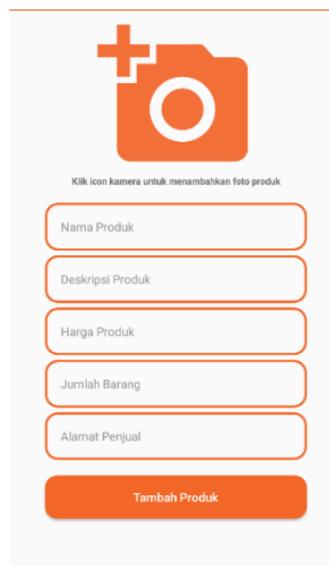
Halaman beranda admin terdapat menu tambah produk, lihat pesanan, kelola produk, transaksi pembayar dan logout.



Gambar 5. Halaman Login Admin



Gambar 6. Halaman Beranda Admin



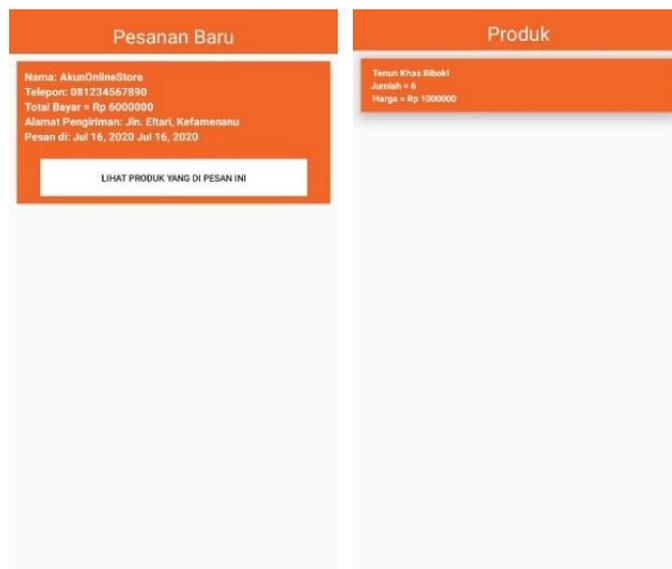
Gambar 7. Halaman tambah Produk

c. Halaman Tambah Produk

Halaman tambah produk digunakan admin untuk menambahkan produk.

d. Halaman Lihat Pesanan

Admin dapat melihat pesanan dari user yang di akses melalui menu lihat pesanan yang terdapat pada halaman beranda admin, admin bisa mengkonfirmasi sudah atau belumnya pengiriman produk.



Gambar 8. Halaman Lihat Pesanan

2. Interface User

a. Halaman *Splash Screen*

Halaman *Splash screen* adalah tampilan pertama saat membuka aplikasi.

b. Halaman Selamat Datang

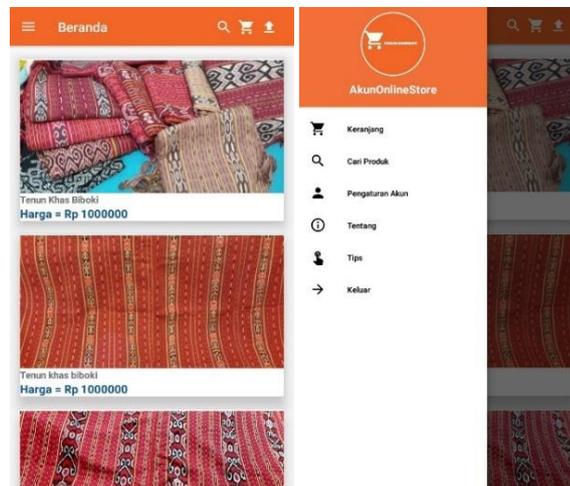
Halaman selamat datang menampilkan 2 pilihan sebelum masuk ke aplikasi yaitu daftar dan login.



Gambar 9. Halaman Splash Screen



Gambar 10. Halaman Selamat Datang



Gambar 11. Halaman Utama User

c. Halaman Utama User

Halaman utama berisi pilhan yang dapat digunakan pengguna dalam memesan kain tenun biboki

3.4 Pengujian

Pengujian terhadap aplikasi bertujuan untuk memastikan bahwa setiap unit pada aplikasi berjalan baik seperti yang diharapkan.

1. Pengujian Versi Android

Tabel 3. Uji Coba Versi Android

No	Versi Android	Deskripsi	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Keterangan
1	Android Versi 5.0	Pengujian menggunakan android versi 5.0	Diharapkan dapat berjalan pada android versi 5.0	Berjalan di android versi 5.0	Valid
2	Android Versi 9.0	Pengujian menggunakan android versi 9.0	Diharapkan dapat bernjalan pada android versi 9.0	Berjalan pada android versi 9.0	Valid

2. Pengujian Aplikasi User

Tabel 4. Uji Coba Versi Android

No	Data Masukan	Daftar Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	Bukti
1	Icon Aplikasi	Pengujian pada icon aplikasi	Menampilkan halaman splash screen	Valid	Gambar 9
		Pengujian pada Halaman selamat datang	Menampilkan halaman selamat datang	Valid	Gambar 10
2	Menu Utama Aplikasi	Pengujian pada menu “Drawer Home”	Menampilkan halaman menu utama aplikasi	Valid	Gambar 11

3. Pengujian Aplikasi Admin

Tabel 5. Uji Coba Versi Android

No	Data Masukan	Daftar Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil uji	Bukti
1	User interface halaman admin	Pengujian pada panel “login admin”	Menampilkan halaman login admin	Valid	Gambar 5
		Pengujian pada menu tambah produk	Menampilkan halaman tambah produk	Valid	Gambar 7
2	Menu Utama Admin	Pengujian pada menu lihat pesanan	Menampilkan halaman lihat pesanan	Valid	Gambar 8

4. Pengujian Kuisisioner

a. Hasil Validasi Oleh Penjual Tenun Biboki

Tabel 6. Kategori Nilai Persentase

No	Pertanyaan	Kesimpulan
1	P1	Penjual tenun biboki sangat setuju aplikasi mudah digunakan

2	P2	Penjual tenun biboki setuju bahasa dalam aplikasi mudah dipahami
3	P3	Penjual tenun setuju tampilan pada aplikasi menarik
4	P4	Penjual tenun sangat setuju semua menu berfungsi dengan baik
5	P5	Penjual tenun biboki setuju semua menu pada aplikasi mudah dioperasikan
6	P6	Penjual tenun biboki setuju menu pada aplikasi mudah dikenali
7	P7	Penjual tenun biboki sangat setuju aplikasi ini mempermudah dalam proses penjualan kain tenun biboki
8	P8	Penjual tenun biboki setuju aplikasi ini sudah sesuai dengan kebutuhan
9	P9	Penjual tenun biboki sangat setuju aplikasi ini dapat digunakan sebagai wadah penjualan kain tenun biboki.
10	P10	Penjual tenun biboki sangat setuju cara penjualan dengan aplikasi ini lebih efisien dari cara pembelian secara manual

Keterangan

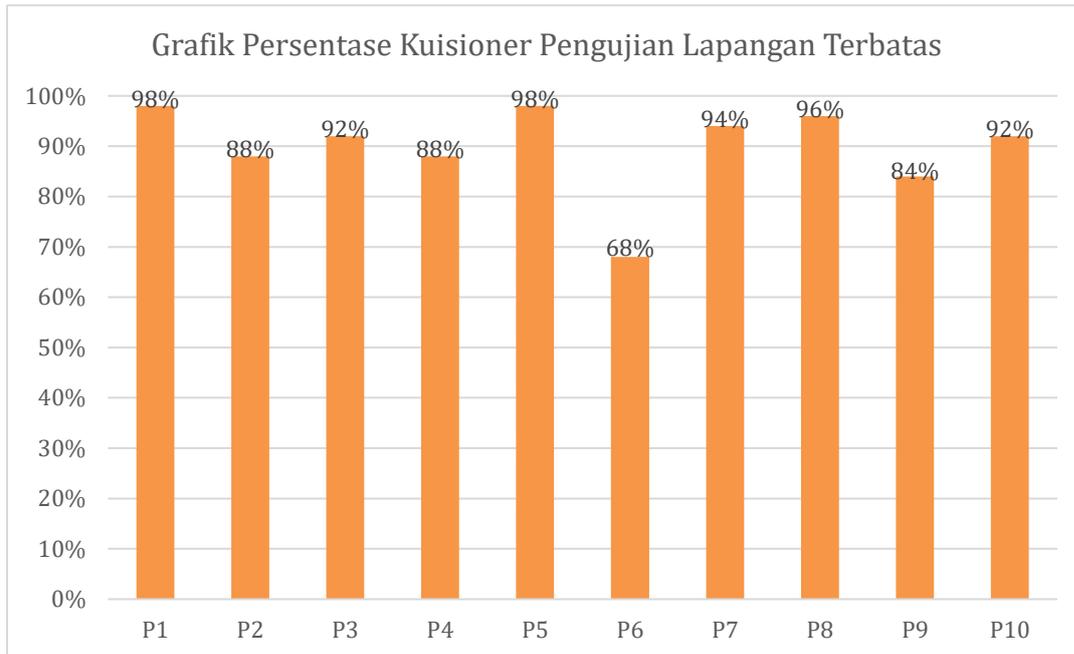
- P1 = Apakah aplikasi mudah untuk digunakan ?
P2 = Apakah bahasa yang digunakan dalam aplikasi mudah dipahami?
P3 = Apakah tampilan pada aplikasi ini menarik ?
P4 = Apakah semua fungsi pada aplikasi ini berjalan dengan baik?
P5 = Apakah semua menu pada aplikasi ini mudah v dioperasikan ?
P6 = Apakah tampilan menu pada aplikasi ini mudah dikenali ?
P7 = Apakah aplikasi ini mempermudah dalam proses penjualan kain tenun biboki ?
P8 = Apakah aplikasi ini sudah sesuai dengan kebutuhan ?
P9 = Apakah aplikasi ini dapat digunakan sebagai wadah penjualan kain tenun biboki?
P10 = Apakah cara penjualan kain tenun biboki dengan aplikasi ini lebih efisien dibandingkan penjualan secara manual ?

b. Hasil Analisa Validasi Oleh Penjual Tenun Biboki

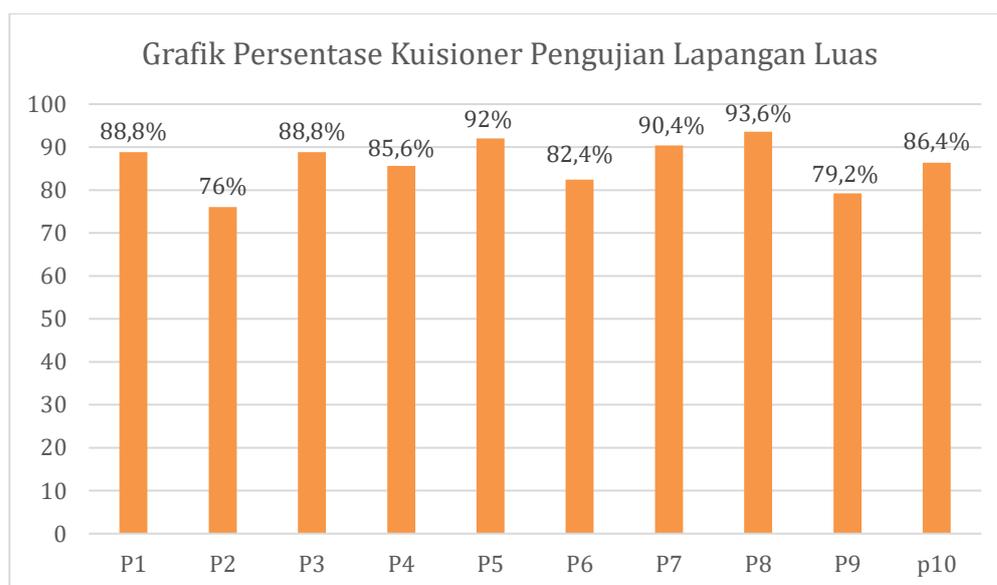
Hasil analisa yang di dapat setelah melakukan validasi pada penjual tenun biboki yaitu penjual tenun biboki setuju aplikasi ini sudah sesuai dengan kebutuhan dan penjual tenun biboki sangat setuju bahwa aplikasi ini dapat digunakan sebagai wadah dalam penjualan tenun biboki.

5. Pengujian Kuisisioner Pengguna

a. Hasil Pengujian Kuisisioner Lapangan Terbatas



Gambar 13. Hasil Pengujian Kuisisioner Lapangan Terbatas



Gambar 14. Hasil Pengujian Kuisisioner Lapangan Luas

b. Hasil Pengujian Kuisisioner Lapangan Lebih Luas**c. Hasil Analisa Pengujian Kuisisioner Lapangan Terbatas**

Hasil pengujian lapangan terbatas dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada 10 narasumber. Hasil analisis pengujian kuisisioner lapangan terbatas yaitu sebanyak 96% responden sangat setuju aplikasi ini berguna dalam pembelian kain tenun biboki dan 92% sangat setuju cara pembelian dengan aplikasi ini lebih efisien dari cara pembelian secara manual.

d. Hasil Analisa Pengujian Kuisisioner Lapangan lebih Luas

Hasil pengujian lapangan terbatas dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada 25 responden. Hasil analisis pengujian kuisisioner lapangan terbatas yaitu sebanyak 93,6% responden sangat setuju aplikasi ini berguna dalam pembelian kain tenun biboki dan 86,4% sangat setuju cara pembelian dengan aplikasi ini lebih efisien dari cara pembelian secara manual.

Keterangan

- P1 = Apakah aplikasi mudah untuk digunakan ?
P2 = Apakah pilihan menu pada aplikasi sudah lengkap?
P3 = Apakah semua menu pada aplikasi mudah digunakan ?
P4 = Apakah semua menu pada aplikasi berfungsi dengan baik?
P5 = Apakah bahasa yang digunakan dalam aplikasi mudah dipahami ?
P6 = Apakah tampilan pada aplikasi ini menarik ?
P7 = Apakah proses pembelian pada aplikasi mudah dilakukan ?
P8 = Apakah aplikasi ini berguna dalam pembelian kain tenun ?
P9 = Apakah secara keseluruhan penggunaan aplikasi ini memuaskan ?
P10 = Apakah cara pembelian kain tenun biboki dengan aplikasi ini lebih efisien dibandingkan penjualan secara manual ?

3.5 Pembahasan

Produk akhir dari penelitian ini berupa aplikasi penjualan tenun biboki berbasis android. Aplikasi ini digunakan sebagai media jual beli online tenun biboki. Aplikasi ini telah melalui semua tahapan pengembangan sistem mulai dari analisis kebutuhan sampai tahap pengujian lalu penyerahan aplikasi kepada pengguna. Berdasarkan hasil validasi oleh penjual kain tenun biboki terhadap aplikasi, penjual tenun biboki sangat setuju bahwa aplikasi tenun biinmafo dapat digunakan sebagai wadah untuk penjualan kain tenun biboki dan sangat setuju bahwa aplikasi tenun biinmafo mempermudah dalam proses penjualan tenun biboki. Perhitungan kuisisioner pada uji coba lapangan terbatas sebanyak 96% responden sangat setuju bahwa aplikasi berguna dalam pembelian kain tenun biboki dan hasil perhitungan kuisisioner pada uji coba lapangan lebih luas sebanyak 93,6% sangat setuju bahwa aplikasi berguna dalam pembelian kain tenun biboki.

4. PENUTUP**ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM****PENJUALAN TENUN BIBOKI BERBASIS ANDROID**

4.1 Kesimpulan

1. Aplikasi penjualan tenun biboki berbasis android sebagai wadah penjualan tenun biboki telah berhasil di rancang.
2. Berdasarkan pengujian aplikasi dengan menggunakan metode pengujian black box testing semua fungsionalitas aplikasi dapat berjalan baik pada perangkat berbasis android dan tidak ditemukannya bug.

4.2 Saran

1. Untuk pengembangan, aplikasi dapat dikembangkan pada sisi penambahan penjual agar aplikasi dapat digunakan penjual tenun lainnya dalam menjual produk mereka.
2. Aplikasi dapat dikembangkan dengan menabahkan laporan penjualan
3. Aplikasi dapat dikembangkan lagi agar dapat di gunakan pada platform lain selain platform android.

5. REFERENSI

- [1] A. D. Riyanto dan K. Ma"arif, "Aplikasi M-Commerce Berbasis Android Pada Zona Komputer Banjarnegara," *Jurnal Telematika*, vol. Vol. 9, no. No. 1, pp. 67-77, 2016.
- [2] M. Yusuf, D. dan J. , "Aplikasi Penjualan Tiket Ro-Ro Bengkalis Berbasis Android," *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA*, vol. Vol. 4, no. No. 2, pp. 201-210, 2019.
- [3] A. P. Kusuma dan K. A. Prasetya, "Perancangan Dan Implementasi E-Commerce Untuk Penjualan Baju Online Berbasis Android," *Jurnal Antivirus*, vol. Vol. 11, no. No. 1, pp. 1-11, 2017.
- [4] F. Nurcahyono , "Pembangunan Aplikasi Penjualan Dan Stok Barang Pada Toko Nuansa Elektronik Pacitan," *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi* , vol. Vol. 4, no. No. 3, pp. 15-19, 2012.
- [5] W. W. Ariestya, Y. E. Praptiningsih dan R. Saputra, "Pembuatan Aplikasi Penjualan Pada Apotik Lestari," *JURNAL ILMIAH FIFO* , vol. Vol. VII, no. No. 1, pp. 45-55, 2015.
- [6] A. Oktaviani, D. Sarkawi dan A. Priadi, "Perancangan Aplikasi Penjualan Dengan Metode Waterfall Pada Koperasi Karyawan RSUD Pasar Rebo," *Jurnal PETIR*, vol. Vol. 11, no. No. 1, pp. 9-24, 2018.
- [7] G. R. Payara dan . R. Tanone, "Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. Vol. 4, no. No. 3, pp. 397-406, 2018.
- [8] C. Y. Ariyanto, A. S. Budi dan S. N. Fauziah, "Aplikasi Penjualan Produk Kacamata Di Optik Nusa Group Berbasis Android," *J-TIIES*, vol. Vol. 1, no. No. 1, pp. 585-590, 2017.
- [9] S. Yulianto dan B. Wijaya, "Aplikasi M-Commerce Berbasis Android Pada Phone Comp Service," *Jurnal SISFOKOM*, vol. Vol. 03, no. No. 02, pp. 57-63, 2014.
- [10] A. Sonita dan R. F. Fardianitama, "Aplikasi E-Order Menggunakan Firebase Dan Algoritme Knuth Morris Pratt Berbasis Android," *Jurnal Pseudocode*, vol. Vol. V , no. No. 2, pp. 38-45, 2018.
- [11] Y. . E. L. Hoely dan M. Snae, "Penerapan E-Commerce Penjualan Kain Tenun Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. Vol. 3, no. No. 1, pp. 9-16, 2017.

- [12] A. E. Budianto dan E. Dianawati, “Modern Computer Implementation on Smart Phone with Android Platform for Smes(UMKM) in Optimization Services District Malang,” *IOSR Journal of Computer Engineering*, vol. 16, no. 6, pp. 33-41, 2014.