BAB IV
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

IV.1. Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem dilakukan setelah perancangan sistem terbentuk. Pada tahap ini dilakukan pembangunan sistem menggunakan bahasa pemrograman tertentu. Tahap implementasi sistem meliputi lingkungan implementasi, implementasi antarmuka, dan implementasi data.

IV.1.1. Lingkungan Implementasi

Sebuah lingkungan implementasi diperlukan pada proses pembangunan sistem. Lingkungan implementasi tersebut meliputi lingkungan perangkat lunak dan lingkungan perangkat keras.

IV.1.1.1. Perangkat Lunak Implementasi

Perangkat lunak untuk proses implementasi sistem meliputi sistem operasi, lingkungan desktop, bahasa pemrograman dan berbagai pustakanya, serta teks editor untuk menulis kode. Tabel IV.1 merupakan lingkungan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem segmentasi pelanggan.

Tabel IV.1 Lingkungan perangkat lunak implementasi

Jenis perangkat lunak	Spesifikasi
Sistem operasi	Fedora Workstation 21 64 bit
Kernel	Linux 3.18.7-200
Lingkungan desktop	GNOME 3.14
Bahasa pemrograman	Python 2.7.8
Library	PyQt 4, Pandas, Scipy, Scikit-Learn, Matplotlib
Teks editor	Vim 7.4.475

IV.1.1.2. Perangkat Keras Implementasi

Tabel IV.2 merupakan lingkungan perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem segmentasi pelanggan.

Tabel IV.2 Lingkungan perangkat keras implementasi

Jenis perangkat keras	Spesifikasi
Prosesor	4 *core* dengan kecepatan 1800 MHz
RAM	4 GB
Harddisk	500 GB
Monitor	Resolusi 1366 x 768 piksel

IV.1.2. Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka dibangun berdasarkan perancangan antarmuka pada tahap perancangan sistem. Tabel IV.3 merupakan implementasi antarmuka sistem segmentasi pelanggan. Sedangkan tampilan dari setiap antarmuka sistem disajikan pada lampiran A.

Tabel IV.3 Implementasi antarmuka

Kode antarmuka	Tampilan antarmuka	Keterangan
F01	Lampiran A.1	Antarmuka untuk mengolah data pelanggan.
F02	Lampiran A.2	Antarmuka untuk menampilkan visualisasi model hasil segmentasi pelanggan.
F03	Lampiran A.3	Antarmuka untuk menampilkan data hasil segmentasi pelanggan.
F04	Lampiran A.4	Antarmuka untuk mengimpor data pelanggan.
F05	Lampiran A.5	Antarmuka untuk melakukan proses binning atribut.
F06	Lampiran A.6	Antarmuka untuk melakukan proses penurunan atribut.

IV.1.3. Implementasi Data

Data yang digunakan pada implementasi sistem segmentasi pelanggan merupakan data pelanggan Jeger Jersey Indonesia. Data tersebut disiapkan untuk proses segmentasi pelanggan, meskipun tidak semua atribut digunakan. Tabel IV.4 merupakan data yang digunakan pada implementasi sistem segmentasi pelanggan.

Tabel IV.4 Data implementasi

Nama atribut	Tipe data	Panjang	Keterangan
id_pelanggan	varchar	8	Label / Meta Atribut
nama	varchar	30	-
alamat	varchar	100	-
kota	varchar	25	-
provinsi	varchar	25	-
no_telepon	varchar	30	-
item	varchar	100	-
custom_name	char	1	-
jumlah_item	integer	3	-
jumlah_transaksi	integer	2	-
metode_pembayaran	varchar	10	-

IV.2. Pengujian Sistem

Setelah sistem diimplementasikan, pengujian sistem perlu dilakukan untuk memastikan kebutuhan pengguna terpenuhi. Selain itu, pengujian sistem dilakukan untuk menemukan kesalahan-kesalahan pada sistem yang dibangun sebelum digunakan oleh pengguna. Tahap pengujian sistem meliputi rencana pengujian, skenario pengujian, hasil pengujian, dan evaluasi pengujian.

IV.2.1. Rencana Pengujian

Pengujian sistem akan memberikan hasil yang optimal jika diterapkan strategi dan metode pengujian yang tepat. Pengujian akan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pengujian kualitas segmentasi, pengujian fungsional sistem dan pengujian beta. Pengujian kualitas segmentasi akan dilakukan dengan menghitung *silhouette coefficient* untuk mengetahui jumlah segmen yang paling optimal. Kemudian, pengujian terhadap fungsional sistem akan dilakukan dengan menerapkan metode pengujian *black box*. Metode *black box* berguna untuk menguji dan menemukan kesalahan pada setiap fungsional sistem. Sedangkan pengujian beta akan dilakukan dengan menerapkan metode wawancara kepada pengguna sistem. Metode tersebut dilakukan untuk mengetahui manfaat sistem dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi.

IV.2.2. Skenario Pengujian

Pada tahap skenario pengujian dijelaskan tentang langkah-langkah dari metode yang akan digunakan. Skenario pengujian meliputi skenario pengujian kualitas segmentasi, skenario pengujian fungsional sistem dan skenario pengujian beta.

IV.2.2.1. Skenario Pengujian Kualitas Segmentasi

Pengujian kualitas segmentasi akan dilakukan dengan menghitung rata-rata *silhouette coefficient* dari setiap objek pada data. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui jumlah segmen yang paling optimal untuk data pelanggan yang dimiliki. Pengujian akan dilakukan beberapa kali dengan jumlah segmen yang berbeda. Jumlah segmen terkecil adalah 2 segmen, sedangkan jumlah segmen terbesar adalah sekitar $\sqrt{\frac{n}{2}}$ segmen (*rule of thumb* dalam menentukan jumlah segmen) [6]. Dalam penelitian ini jumlah segmen terbesar yang akan diuji adalah $\sqrt{\frac{n}{2}} \approx \sqrt{\frac{773}{2}} \approx 20$ segmen. Oleh karena itu, perhitungan *silhouette coefficient* akan dilakukan beberapa kali dengan jumlah segmen $2, \ldots, 20$.

IV.2.2.2. Skenario Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian terhadap setiap fungsional sistem segmentasi pelanggan akan dilakukan menggunakan metode *black box*. Pada tahap ini dijelaskan setiap kasus uji yang akan dilakukan untuk setiap *use case*. Pengujian ini dilakukan oleh peneliti sebagai pengembang sistem. Tabel IV.5 merupakan skenario pengujian fungisonal sistem segmentasi pelanggan.

Tabel IV.5 Skenario pengujian fungsional sistem

No	*Use case*	Kasus uji data benar	Kasus uji data salah
1	Impor data	Data pelanggan dengan format *.csv.	Data kosong dengan format *.csv.
2	Seleksi atribut	Dipilih dua atribut atau lebih.	Tidak ada atribut yang dipilih.
			Dipilih satu atribut.

3	Hapus nilai kosong	Data pelanggan memiliki nilai kosong.	Data pelanggan tidak memiliki nilai kosong.
4	*Binning* atribut	Atribut yang dipilih tidak memiliki nilai kosong.	Atribut yang dipilih memiliki nilai kosong.
			Atribut yang dipilih tidak dapat dilakukan *binning*.
5	Menurunkan atribut	Atribut yang dipilih tidak memiliki nilai kosong.	Atribut yang dipilih memiliki nilai kosong.
			Atribut yang dipilih tidak dapat diturunkan.
6	Menyegmentasikan pelanggan	Data pelanggan tidak memiliki nilai kosong dan sesuai dengan teknik pemodelan yang digunakan.	Data pelanggan tidak sesuai dengan teknik pemodelan yang digunakan.
			Data pelanggan memiliki nilai kosong.
7	Simpan dendrogram	*Dendrogram* hasil segmentasi pelanggan sudah ditampilkan.	-
8	Simpan data hasil segmentasi	Data hasil segmentasi pelanggan sudah ditampilkan.	-

IV.2.2.3. Skenario Pengujian Beta

Sedangkan pengujian beta akan dilakukan menggunakan metode wawancara dengan manajer *marketing* Jeger Jersey Indonesia. Pada tahap ini dijelaskan beberapa pertanyaan yang akan diajukan sebagai pengujian beta. Pertanyaan-pertanyaan tersebut mencakup pengujian terhadap fungsional sistem, kemudahan penggunaan, manfaat yang didapat, dan saran terhadap perbaikan sistem. Berikut daftar pertanyaan yang akan digunakan pada proses wawancara.

Tabel IV.6 Daftar pertanyaan untuk pengujian beta

No	Pertanyaan
1	Apakah setiap fungsional sistem segmentasi pelanggan berfungsi dengan baik?
2	Apakah sistem segmentasi pelanggan secara keseluruhan mudah untuk digunakan?
3	Apakah segmentasi pelanggan yang dihasilkan oleh sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan?
4	Apakah sistem segmentasi pelanggan membantu Anda dalam menentukan strategi promosi penjualan yang tepat?
5	Apa saja kekurangan dari sistem segmentasi pelanggan yang dikembangkan?

IV.2.3. Hasil Pengujian

Pada tahap ini dijelaskan hasil pengujian dari sistem segmentasi pelanggan. Hasil pengujian ini diperoleh dari implementasi skenario pengujian yang telah ditetapkan. Hasil pengujian meliputi hasil pengujian kualitas segmentasi, hasil pengujian fungsional sistem dan hasil pengujian beta.

IV.2.3.1. Hasil Pengujian Kualitas Segmentasi

Untuk mengukur kualitas segmen-segmen yang terbentuk, dihitung rata-rata nilai *silhouette coefficient* dari semua objek pada data pelanggan. Jumlah segmen yang memiliki nilai rata-rata terbesar merupakan jumlah segmen yang paling optimal atau memiliki kualitas terbaik. Tabel IV.7 merupakan hasil perhitungan rata-rata *silhouette coefficient* pada beberapa jumlah segmen yang mungkin dibentuk.

Tabel IV.7 Nilai rata-rata *silhouette coefficient*

Jumlah segmen	Nilai rata-rata *silhouette coefficient*
2	0.3512
3	0.3196
4	0.2899
5	0.3753
6	0.3623
7	0.3283
8	0.3022
9	0.3003
10	0.3005
11	0.2958
12	0.2911
13	0.2899
14	0.2912
15	0.2846
16	0.2844
17	0.2625
18	0.2576
19	0.2525
20	0.2598

Berdasarkan nilai rata-rata *silhouette coefficient* pada Tabel IV.7, jumlah segmen 5 memiliki nilai rata-rata terbesar. Hal tersebut menggambarkan bahwa segmentasi dengan jumlah segmen 5 memiliki kualitas terbaik. Oleh karena itu, penentuan jumlah segmen yang dilakukan pada tahap pemodelan sudah tepat.

IV.2.3.2. Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian terhadap fungsional sistem dilakukan dengan menerapkan metode pengujian *black box*. Metode ini berguna untuk menguji dan menemukan kesalahan pada setiap fungsional sistem segmentasi pelanggan. Hasil dari pengujian fungsional sistem segmentasi pelanggan adalah sebagai berikut.

1. Pengujian fungsional impor data

Pengujian terhadap fungsional impor data dilakukan dengan memasukkan data pelanggan berekstensi *.csv. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali menggunakan berkas yang berisi data pelanggan dan berkas kosong. Sistem tidak mengizinkan data dengan format selain *.csv, sehingga tidak dilakukan pengujian menggunakan data tersebut. Tabel IV.8 merupakan hasil pengujian dari fungsional impor data.

Tabel IV.8 Hasil pengujian fungsional impor data

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data pelanggan dengan format *.csv.	Sistem menampilkan atribut data pelanggan yang diimpor.	Sistem menampilkan atribut data pelanggan yang diimpor.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data kosong dengan format *.csv.	Sistem tidak mengimpor data kosong dan menampilkan pesan bahwa data yang diimpor merupakan data kosong.	Sistem tidak mengimpor data kosong.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

2. Pengujian fungsional seleksi atribut

Fungsional seleksi atribut dapat digunakan jika data pelanggan yang akan diimpor sudah dipilih. Setelah data dipilih, sistem akan menampilkan atribut-

atribut dari data tersebut. Pengujian dilakukan pada tiga kondisi, yaitu jika dua atau lebih atribut dipilih, jika satu atribut dipilih, dan tidak ada atribut dipilih. Tabel IV.9 merupakan hasil pengujian dari fungsional seleksi atribut.

Tabel IV.9 Hasil pengujian fungsional seleksi atribut

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Dipilih dua atribut atau lebih.	Sistem menampilkan data pelanggan yang diimpor.	Sistem menampilkan data pelanggan yang diimpor.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Tidak ada atribut yang dipilih.	Sistem menampilkan pesan tidak ada atribut yang dipilih.	Sistem menampilkan pesan tidak ada atribut yang dipilih.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Dipilih satu atribut.	Sistem menampilkan pesan hanya ada satu atribut yang dipilih.	Sistem menampilkan pesan hanya ada satu atribut yang dipilih.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

3. Pengujian fungsional hapus nilai kosong

Pengujian fungsional hapus nilai kosong dilakukan pada dua kondisi, yaitu jika data memiliki nilai kosong dan sebaliknya. Fungsional ini dapat digunakan setelah data pelanggan diimpor ke dalam sistem. Tabel IV.10 merupakan hasil pengujian dari fungsional hapus nilai kosong.

Tabel IV.10 Hasil pengujian fungsional hapus nilai kosong

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data pelanggan memiliki nilai kosong.	Sistem menghapus data yang memiliki nilai kosong.	Data yang memiliki nilai kosong berhasil dihapus.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data pelanggan tidak memiliki nilai kosong.	Sistem menampilkan pesan bahwa tidak terdapat nilai kosong pada data pelanggan.	Sistem menampilkan pesan bahwa tidak terdapat nilai kosong pada data pelanggan.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

4. Pengujian fungsional *binning* atribut

Terdapat tiga buah parameter pada pengujian fungsional *binning* atribut, yaitu keberadaan nilai kosong, pemilihan atribut, dan jumlah *bin.* Pengujian dilakukan dengan mencoba setiap kemungkinan dari ketiga parameter tersebut. Tabel IV.11 merupakan hasil pengujian dari fungsional *binning* atribut.

Tabel IV.11 Hasil pengujian fungsional *binning* atribut

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Atribut yang dipilih tidak memiliki nilai kosong.	Sistem melakukan *binning* pada atribut yang dipilih.	Nilai pada atribut yang dipilih berhasil dipartisi ke dalam sejumlah *bin* yang telah ditentukan.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Atribut yang dipilih memiliki nilai kosong.	Sistem menampilkan pesan bahwa data pelanggan masih memiliki nilai kosong.	Sistem menampilkan pesan bahwa data pelanggan masih memiliki nilai kosong.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Atribut yang dipilih tidak dapat dilakukan *binning*.	Sistem menampilkan pesan bahwa *binning* tidak dapat dilakukan.	Sistem menampilkan pesan bahwa *binning* tidak dapat dilakukan.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

5. Pengujian fungsional menurunkan atribut

Terdapat dua buah parameter pada pengujian fungsional menurunkan atribut, yaitu keberadaan nilai kosong dan pemilihan atribut. Pengujian dilakukan dengan mencoba setiap kemungkinan dari kedua parameter tersebut. Tabel IV.12 merupakan hasil pengujian dari fungsional menurunkan atribut.

Tabel IV.12 Hasil pengujian fungsional menurunkan atribut

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Atribut yang dipilih tidak memiliki nilai kosong.	Sistem melakukan penurunan atribut pada atribut yang dipilih.	Atribut yang dipilih berhasil diturunkan.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Atribut yang dipilih memiliki nilai kosong.	Sistem menampilkan pesan data pelanggan memiliki nilai kosong.	Sistem menampilkan pesan data pelanggan memiliki nilai kosong.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

Atribut yang dipilih tidak dapat diturunkan.	Sistem menampilkan pesan bahwa penurunan atribut tidak dapat dilakukan.	Sistem menampilkan pesan bahwa penurunan atribut tidak dapat dilakukan.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

6. Pengujian Segmentasi Pelanggan

Fungsional segmentasi pelanggan merupakan fungsi utama pada sistem segmentasi pelanggan yang dibangun. Metode *hierarchical agglomerative clustering* yang digunakan untuk segmentasi pelanggan diterapkan pada fungsional ini. Terdapat dua buah faktor yang akan menentukan keberhasilan pengujian fungsional ini, yaitu keberadaan nilai kosong dan kesesuaian data dengan metode. Tabel IV.13 Merupakan hasil dari pengujian fungsional segmentasi pelanggan.

Tabel IV.13 Hasil pengujian segmentasi pelanggan

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data pelanggan tidak memiliki nilai kosong dan sesuai dengan teknik pemodelan yang digunakan.	Sistem menampilkan *dendrogram,* informasi dan data hasil segmentasi pelanggan.	*Dendrogram,* informasi dan data hasil segmentasi pelanggan berhasil ditampilkan.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data pelanggan tidak sesuai dengan teknik pemodelan yang digunakan.	Sistem menampilkan pesan bahwa data pelanggan tidak sesuai dengan teknik pemodelan.	Sistem menampilkan pesan bahwa data pelanggan tidak sesuai dengan teknik pemodelan.	[✓] Diterima [ ] Ditolak
Data pelanggan memiliki nilai kosong.	Sistem menampilkan pesan bahwa data pelanggan masih memiliki nilai kosong.	Sistem menampilkan pesan bahwa data pelanggan masih memiliki nilai kosong.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

7. Pengujian fungsional simpan *dendrogram*

Fungsional simpan *dendogram* dapat digunakan jika segmentasi pelanggan berhasil dilakukan dan *dendrogram* ditampilkan dalam sistem. Tabel IV.14 merupakan hasil pengujian dari fungsional simpan *dendogram.*

Tabel IV.14 Hasil pengujian fungsional simpan *dendrogram*

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Dendrogram hasil segmentasi pelanggan sudah ditampilkan.	Sistem menyimpan *dendrogram* pada media penyimpanan data.	*Dendrogram* berhasil disimpan pada media penyimpanan data.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

8. Pengujian fungsional simpan data hasil segmentasi

Fungsional simpan data hasil segmentasi dapat digunakan jika segmentasi pelanggan berhasil dilakukan dan data tersebut ditampilkan dalam sistem. Tabel IV.15 merupakan hasil pengujian dari fungsional simpan data hasil segmentasi.

Tabel IV.15 Hasil pengujian fungsional simpan data hasil segmentasi

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	**Hasil yang diharapkan**	**Hasil Pengamatan**	**Kesimpulan**
Data hasil segmentasi pelanggan sudah ditampilkan.	Sistem menyimpan data hasil segmentasi pada media penyimpanan data.	Data hasil segmentasi berhasil disimpan pada media penyimpanan data.	[✓] Diterima [ ] Ditolak

IV.2.3.3. Hasil Pengujian Beta

Pengujian beta dilakukan menggunakan metode wawancara dengan pengguna sistem segmentasi pelanggan. Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan telah dijelaskan pada tahap skenario pengujian beta. Sedangkan hasil wawancara dengan manajer *marketing* Jeger Jersey Indonesia dapat dilihat pada Lampiran C.

IV.2.4. Evaluasi Pengujian

Pengujian pertama dilakukan untuk mengukur kualitas dari hasil segmentasi. Pengujian tersebut dilakukan dengan menghitung *silhouette coefficient* dari beberapa jumlah segmen yang berbeda. Dari hasil perhitungan tersebut, segmentasi pelanggan dengan jumlah segmen 5 merupakan yang paling optimal. Oleh karena itu, penentuan jumlah segmen pelanggan yang dilakukan pada tahap pemodelan sudah tepat.

Pengujian terhadap fungsional sistem dilakukan beberapa kali agar setiap *use case* berhasil melewati kasus uji yang dihadapi. Implementasi sistem dilakukan kembali pada *use case* yang sebelumnya tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan. Proses tersebut dilakukan secara iteratif sampai semua fungsional sistem segmentasi pelanggan berfungsi dengan baik.

Pengujian juga dilakukan oleh manajer *marketing* yang menyebutkan bahwa setiap fungsional sistem berjalan dengan baik dan tidak terdapat *bug*. Selain itu, sistem segmentasi pelanggan yang dibangun mudah untuk digunakan. Kemudian, segmentasi pelanggan yang dihasilkan oleh sistem sudah sesuai dengan harapan. Manajer *marketing* dapat melihat dengan mudah karakteristik dari setiap segmen yang terbentuk. Oleh karena itu, manajer *marketing* dapat dengan mudah membuat strategi promosi yang sesuai dengan segmen-segmen tersebut.