

Perancangan Aplikasi Tata Letak Peti Kemas Berbasis Web Menggunakan Algoritma K-Means Pada Pelabuhan IV Terminal Peti Kemas

¹Usman, ²Sitti Harlina, ³Marsellus O. Dadang

^{1,2,3}STMIK Dipanegara Makassar

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 09 Makassar

UsmanStmikdp@gmail.com, Sitiharlina76@gmail.com, mkadang2000@yahoo.com

Abstrak

Pelabuhan IV Terminal Peti Kemas merupakan suatu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mengelola peti kemas dari berbagai perusahaan lain. Pengaturan tata letak peti kemas dilakukan dengan cara manual sehingga menimbulkan permasalahan seperti peti kemas tidak tersusun dengan baik, sering terjadi kekosongan tempat, serta sering terjadi penumpukan. Akibat yang ditimbulkan dari kesalahan tata letak peti kemas yaitu pencarian peti kemas membutuhkan waktu yang cukup lama. Salah satu solusi yang dapat digunakan oleh Pelabuhan Terminal IV Peti Kemas adalah menggunakan aplikasi komputer tata letak peti kemas dengan algoritma K-Means. Algoritma K-Means menggunakan teknik clustering sehingga tepat digunakan dalam mengatur tata letak peti kemas. Teknik clustering adalah teknik yang digunakan untuk menangani data yang besar dengan banyak atribut ke dalam sejumlah kelompok kecil. Clustering dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisis bagian kecil dari data untuk menentukan kluster. Clustering merupakan pengelompokan record, observasi, atau kasus ke dalam kelas-kelas objek yang mirip. Clustering berbeda dengan klasifikasi dimana dalam clustering tidak terdapat variabel target. Penggunaan platform yang berbasis web pada aplikasi tata letak peti kemas memiliki beberapa kelebihan yakni data dan informasi dapat diakses setiap saat baik pimpinan maupun karyawan yang mengelola data peti kemas, proses pertukaran data menjadi lebih mudah, serta pengembangan software lebih mudah dilakukan.

Kata kunci : aplikasi, k-means, peti kemas

Abstract

Port IV Container Terminal is a State-Owned Enterprise (BUMN) that manages containers from various other companies. Arrangement of container layout is done manually so that it creates problems such as containers not arranged properly, often places vacancies, and frequent build-up. The consequences of container layout errors, namely the search for containers takes a long time. One solution that can be used by the Terminal IV Container Port is to use a container layout computer application with the K-Means algorithm. The K-Means algorithm uses clustering techniques so that it is appropriate to use in arranging container layouts. Clustering technique is a technique used to handle large data with many attributes in a number of small groups. Clustering is done by first analyzing a small part of the data to determine the cluster. Clustering is grouping records, observations, or cases into similar object classes. Clustering is different from classification where there is no target variable in clustering. The use of web-based platforms in container layout applications has several advantages, namely data and information can be accessed at any time both leaders and employees who manage container data, the process of data exchange becomes easier, and software development is easier to do.

Keywords: application, k-means, container

1. Pendahuluan

Penggunaan komputer bukan hanya sebagai mesin ketik atau alat komputasi saja yang dapat bekerja lebih cepat dan otomatis melainkan juga dapat digunakan sebagai alat dalam menganalisa dan menyelesaikan suatu permasalahan. Selain itu komputer juga dapat membantu dalam mengambil sebuah keputusan dari suatu permasalahan. Dalam ilmu komputer terdapat banyak metode dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pelabuhan IV Terminal Peti Kemas merupakan suatu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mengelola peti kemas dari berbagai perusahaan lain. Pengaturan tata letak peti kemas dilakukan dengan cara manual sehingga menimbulkan permasalahan seperti peti kemas tidak tersusun dengan baik,

sering terjadi kekosongan tempat, serta sering terjadi penumpukan. Akibat yang ditimbulkan dari kesalahan tata letak peti kemas yaitu pencarian peti kemas membutuhkan waktu yang cukup lama. Salah satu solusi yang dapat digunakan oleh Pelabuhan Terminal IV Peti Kemas adalah menggunakan aplikasi komputer tata letak peti kemas dengan algoritma K-Means. Algoritma K-Means menggunakan teknik *clustering* sehingga tepat digunakan dalam mengatur tata letak peti kemas. Teknik *clustering* adalah teknik yang digunakan untuk menangani data yang besar dengan banyak atribut ke dalam sejumlah kelompok kecil. *Clustering* dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisis bagian kecil dari data untuk menentukan klaster. *Clustering* merupakan pengelompokan *record*, observasi, atau kasus ke dalam kelas-kelas objek yang mirip. *Clustering* berbeda dengan klasifikasi dimana dalam *clustering* tidak terdapat variabel target. Penggunaan *platform* yang berbasis web pada aplikasi tata letak peti kemas memiliki beberapa kelebihan yakni data dan informasi dapat diakses setiap saat baik pimpinan maupun karyawan yang mengelola data peti kemas, proses pertukaran data menjadi lebih mudah, serta pengembangan *software* lebih mudah dilakukan.

2. Metode Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka yang menjadi pokok permasalahan adalah : Pengaturan tata letak peti kemas masih dilakukan dengan cara manual sehingga Pencarian peti kemas membutuhkan waktu cukup lama.

2.1 Konsep Perangkat Lunak

Perangkat lunak adalah objek tertentu yang dapat dijalankan seperti kode sumber, kode objek, atau sebuah program yang lengkap. Produk perangkat lunak memiliki pengertian perangkat lunak yang ditambahkan dengan semua item dan pelayanan pendukung secara keseluruhan dapat memenuhi kebutuhan pemakai"[1].

2.2 Pengertian Aplikasi

Aplikasi merupakan suatu kelompok file (*form, class, report*) yang bertujuan untuk melakukan aktivitas tertentu yang saling terkait, dimana ruang lingkup dari suatu aplikasi berbeda-beda dari satu perusahaan ke perusahaan lainnya[2].

2.3 Konsep Tata Letak Peti Kemas

Tata letak peti kemas pada lapangan penumpukan peti kemas menggunakan tata letak dengan sistem perletakan berdasarkan alat *Rubber-Tyred Gantry-Crane*. Dengan *ground slots* (suatu petak untuk menumpuk peti kemas pada lapangan peti kemas) sebanyak 2.838 *ground slots* dan dengan tumpukan mencapai maksimal 4 tumpukan (rata-rata tinggi tumpukan sebanyak 3,5 tumpukan), sehingga dengan sistem ini pada luas lapangan yang sama dapat ditumpuk peti kemas dalam jumlah yang lebih banyak daripada dengan tata letak dengan sistem yang lain. Pemilihan pemakaian tata letak sistem ini juga memperhatikan efisiensi dari alat-alat yang akan digunakan untuk menangani peti kemas. Alat-alat penanganan peti kemas pada lapangan penumpukan peti kemas yang digunakan adalah sebagai berikut:[3]

1. *Rubber-Tyred Gantry-Crane* (RTGC atau GC), yang digunakan sebagai alat untuk menumpuk dan mengambil peti kemas pada lapangan peti kemas, memiliki kelebihan-kelebihan antara lain:
 - a. Dengan roda karet yang dapat berputar 90°, maka alat ini memiliki mobilitas yang tinggi untuk menumpuk maupun mengambil peti kemas pada tumpukan peti kemas.
 - b. Dapat menumpuk peti kemas hingga 4 tumpukan (maksimal), sehingga dapat lebih menghemat penggunaan lahan pada lapangan penumpukan peti kemas.
 - c. Memiliki umur yang panjang.
 - d. Perawatan dan perbaikan roda karet yang mudah.
 - e. Biaya perawatan dan perbaikan yang rendah.
 - f. Tingkat keamanan yang tinggi.
 - g. Tidak memerlukan adanya rel untuk pergerakannya.

Container-Crane (CC), yang digunakan sebanyak 6 unit, yang siap untuk melayani proses bongkar muat untuk kapal .

2. Kapal yang bertambat (1 kapal dilayani oleh 2 unit *Container-Crane*). Dengan *service time* ± 3 menit/peti kemas, sehingga 1 unit *Container-Crane* dapat melayani 20-25 peti kemas dalam 1 jam. Untuk pemakaian 2 unit *Container-Crane* maka terdapat *configuration factor* sebesar 0.9 (United Nations, 1978).

3. *Tractor-Trailer* (TT), untuk 1 unit *Container-Crane* dilayani oleh 2 sampai 3 unit *Tractor-Trailer*. Proses pemindahan peti kemas dalam terminal dengan *Tractor-Trailer* dibatasi pada kecepatan 20 km/jam. Untuk menentukan *service time* masing-masing alat diperlukan waktu operasi dari masing-masing alat penanganan peti kemas yang digunakan. Pertama-tama, untuk menurunkan peti kemas dari kapal ke dermaga untuk kemudian ditumpuk di lapangan penumpukan peti kemas, digunakan *Container-Crane*. Dari data spesifikasi *Container-Crane* yang digunakan, dapat ditentukan waktu pelayanan maksimum *Container-Crane* untuk mengangkat peti kemas dari kapal dan menurunkannya ke atas *Tractor-Trailer* (TT) adalah ± 3 menit/ peti kemas.

2.4 Konsep Algoritma K-Means

Data mining berkembang menjadi alat bantu untuk mencari pola-pola yang berharga dalam suatu basisdata yang sangat besar jumlahnya, sehingga tidak memungkinkan dicari secara manual. Beberapa teknik data mining dapat diklasifikasikan ke dalam kategori berikut, meliputi klasifikasi, *clustering*, penggalian kaidah asosiasi, analisa pola sekuensial, prediksi, visualisasi data dan lain sebagainya[3],[4]. Teknik *clustering* adalah teknik yang digunakan untuk menangani data yang besar dengan banyak atribut ke dalam sejumlah kelompok kecil. *Clustering* dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisis bagian kecil dari data untuk menentukan kluster. *Clustering* merupakan pengelompokan *record*, observasi, atau kasus ke dalam kelas-kelas objek yang mirip. *Clustering* berbeda dengan klasifikasi dimana dalam *clustering* tidak terdapat variabel target. Salah satu algoritma *clustering* adalah *K-Means*. Beberapa tahap dari algoritma *K-Means* dapat dilihat pada algoritma berikut :

1. Pemilihan secara acak K
2. Inisialisasi k pusat kluster (centroid) secara random
3. Tempatkan setiap data atau objek ke kluster terdekat.[4]

Euclidean distance

$$d_{Euclidean}(x, y) = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_j - y_j)^2}$$

Ket p : dimensi data
 x : jarak item data
 y : jarak item data
 d : distance

4. Hitung kembali pusat kluster dengan keanggotaan kluster yang sekarang. Pusat kluster adalah rata-rata (mean) dari semua data atau objek dalam kluster tertentu.

Menurut Witten dan Frank (2011:30) Algoritma *K-Means* dimulai dengan pemilihan secara acak K , K disini merupakan banyaknya kluster yang ingin dibentuk. Kemudian tetapkan nilai-nilai K secara random, untuk sementara nilai tersebut menjadi pusat dari kluster atau biasa disebut dengan *centroid*, yang memiliki mean atau “*means*”. Hitung jarak setiap data yang ada terhadap masing-masing *centroid* menggunakan rumus Euclidian hingga ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan *centroid*. Klasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan *centroid*. Lakukan langkah tersebut hingga nilai *centroid* tidak berubah (stabil)[5].

2.5 Konsep Dan Definisi Unified Modeling Language (UML)

Menurut Rosa A,S – M.Shalahuddin (2011: 120) UML singkatan dari *Unified Modeling Language* yang berarti bahasa pemodelan standar. UML merupakan suatu kumpulan teknik terbaik yang telah terbukti sukses dalam memodelkan sistem yang besar dan kompleks. UML tidak hanya digunakan dalam proses pemodelan perangkat lunak, namun hampir dalam semua bidang yang membutuhkan pemodelan[5], [6].

2.6 Konsep Web Site

2.6.1 Internet

Menurut Irma dan Setiawan (2010:21) Internet adalah jaringan komputer yang terintegrasi antara satu dengan yang lainnya melalui sebuah protokol internet yang disebut *Transmission Protoco Internet / Internet Protocol* (TCP/IP) [7]. *Interconnected Network* atau lebih dikenal sebagai *Internet* lahir sebagai hasil langsung dari keperluan-keperluan penelitian dan pengembangan oleh pemerintah, universitas, dan perusahaan besar.

2.6.2 WWW (Word Wide Web)

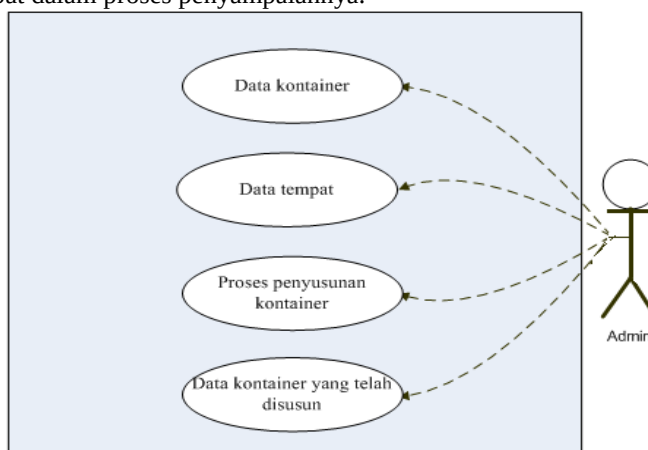
Menurut Ahmad solihin (2010:5) **WWW (World Wide Web)** merupakan kumpulan web server dari seluruh dunia yang berfungsi menyediakan data dan informasi untuk digunakan bersama. Berbagai informasi dapat Anda temukan pada WWW, seperti informasi politik, ekonomi, sosial, budaya, sastra, sejarah, teknologi, pendidikan.[8]

Pada awalnya internet adalah “sebuah proyek yang dimaksudkan untuk menghubungkan para ilmuwan dan peneliti di Amerika”, namun saat ini telah tumbuh menjadi media komunikasi global yang dipakai semua orang dimuka bumi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Sistem Yang Sedang Berjalan

Dari penelitian disimpulkan bahwa sistem yang berjalan tidak optimal disebabkan karena adanya kekurangan-kekurangan, misalnya dalam hal penyajian informasi dan proses pengolahan data yang mana cukup lama dan lambat dalam proses penyampaian.



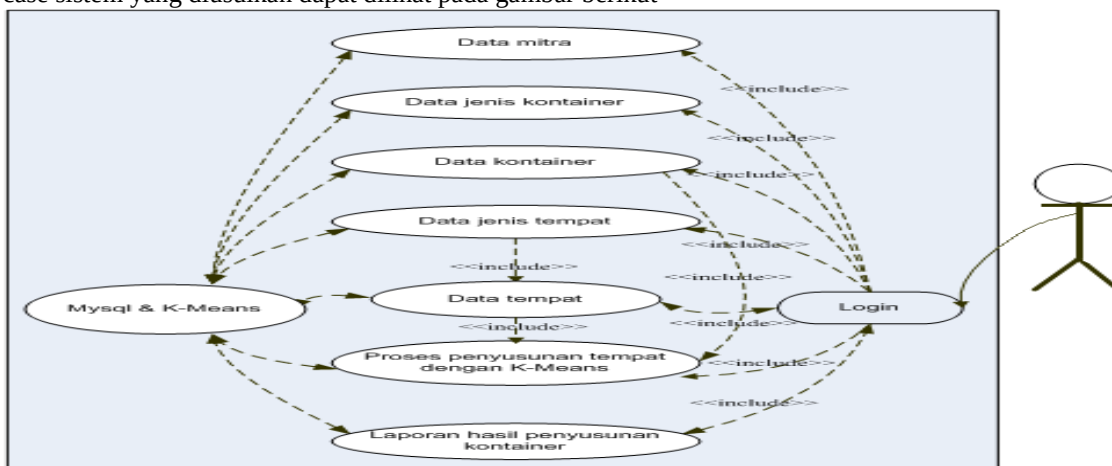
Gambar 1. Use Case Diagram Sistem Yang Berjalan

3.1.1 Rancangan Sistem

Rancangan sistem merupakan suatu sistem kegiatan yang dilakukan untuk mendesain suatu sistem yang mempunyai tahapan-tahapan kerja yang tersusun secara logis, dimulai dari pengumpulan data yang diperlukan guna pelaksanaan perancangan tersebut. Langkah selanjutnya adalah menganalisis data yang telah dikumpulkan guna menentukan batasan-batasan sistem, kemudian melangkah lebih jauh lagi yakni merancang sistem tersebut.

3.1.2 Use Case Diagram

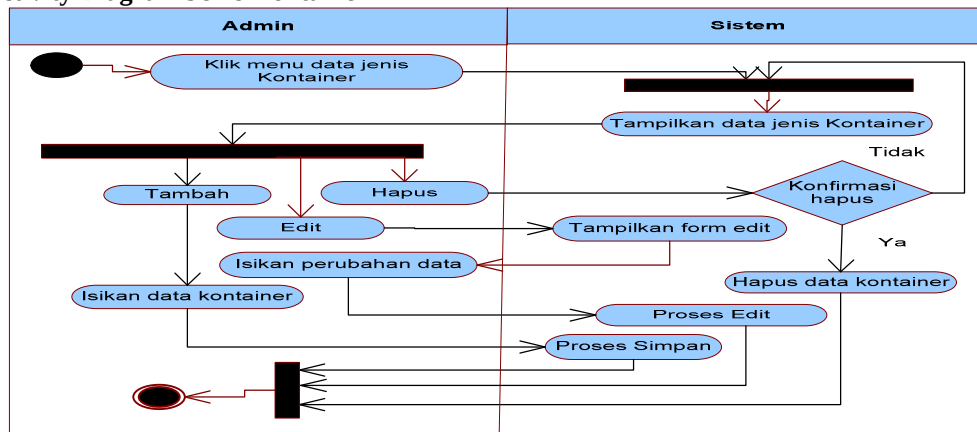
Use Case Diagram menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Use case sistem yang diusulkan dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Yang Diusulkan

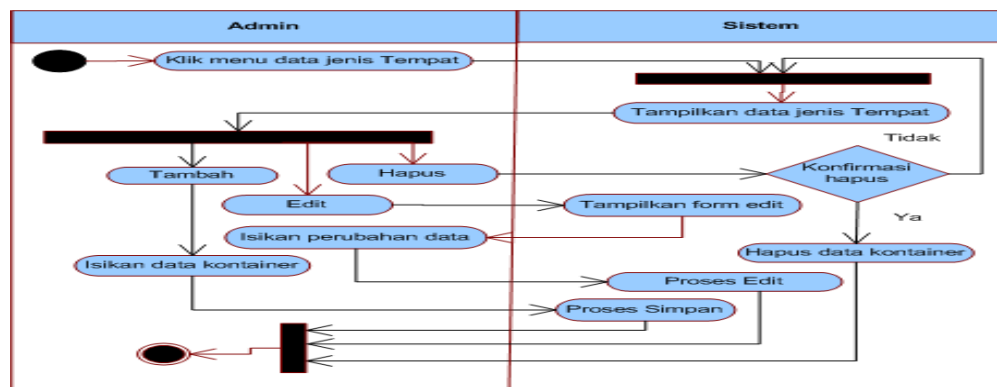
3.1.2 Activity Diagram

1. Activity Diagram Jenis Kontainer



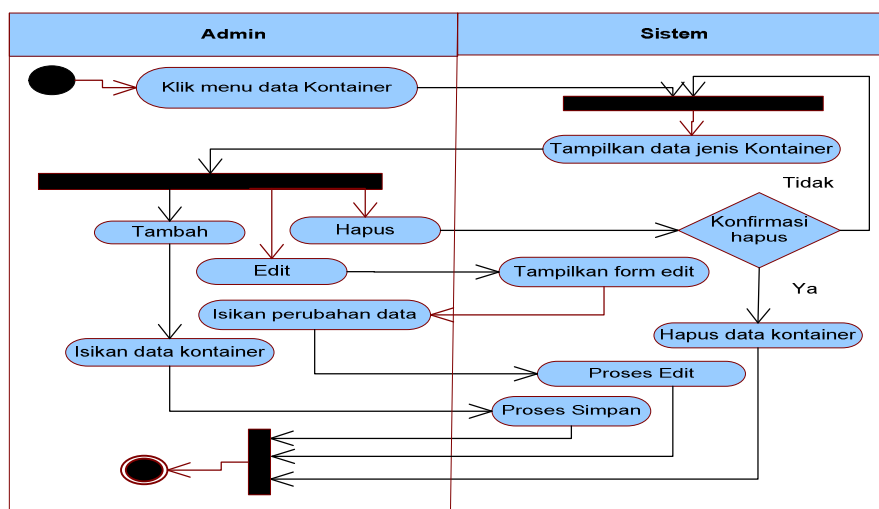
Gambar 3. Activity Diagram Jenis Kontainer

2. Activity Diagram Jenis



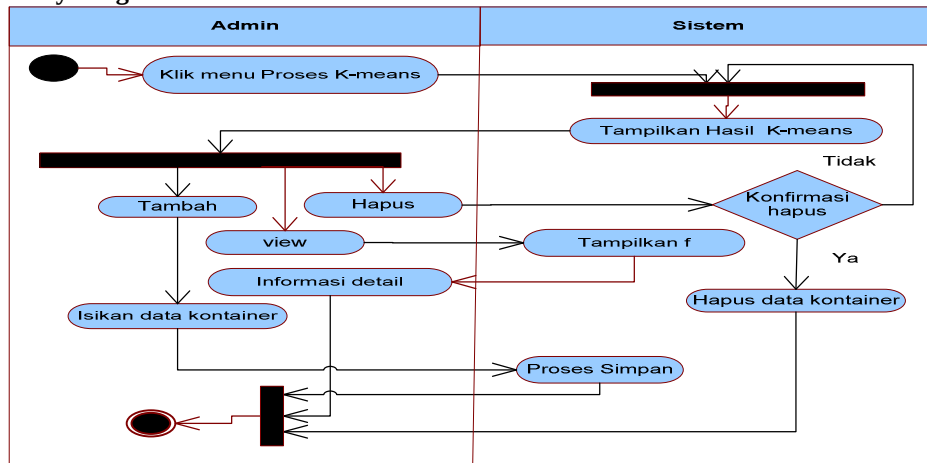
Gambar 4. Activity Diagram Jenis Tempat

3. Activity Diagram Kontainer



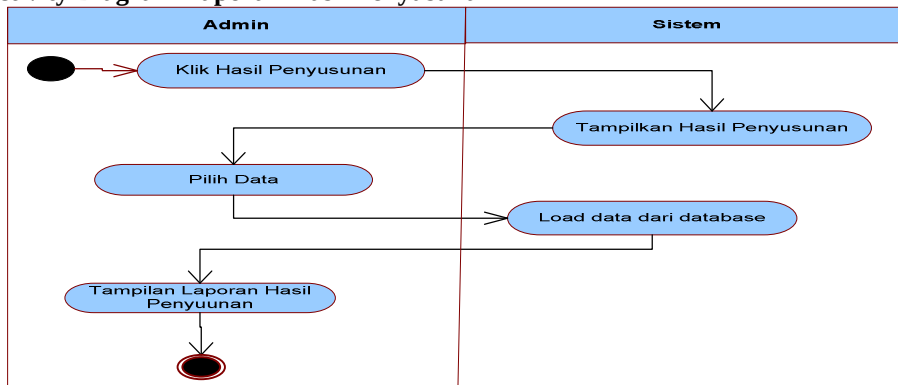
Gambar 5. Activity Diagram Kontainer

4. Activity Diagram Proses K-Means



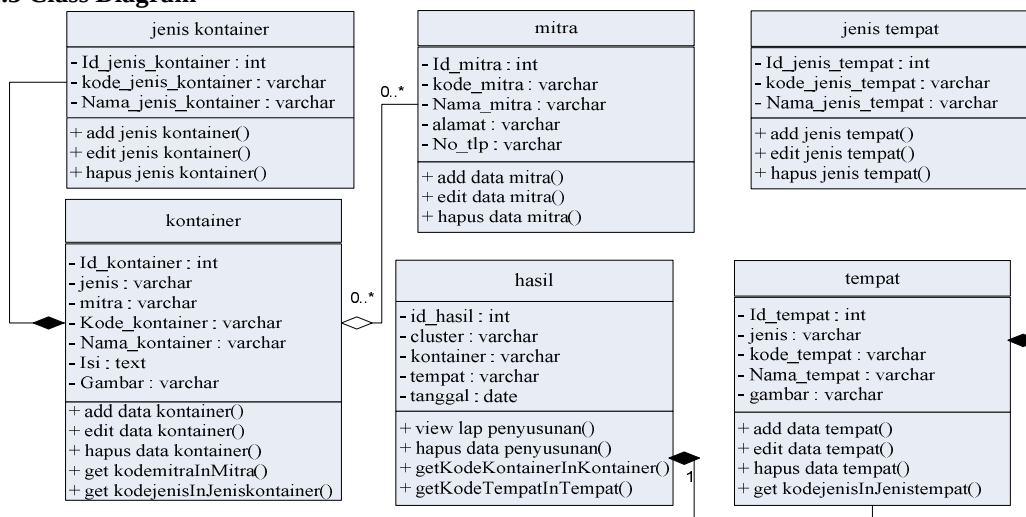
Gambar 6. Activity Diagram Proses K-Means

5. Activity Diagram Laporan Hasil Penyusunan



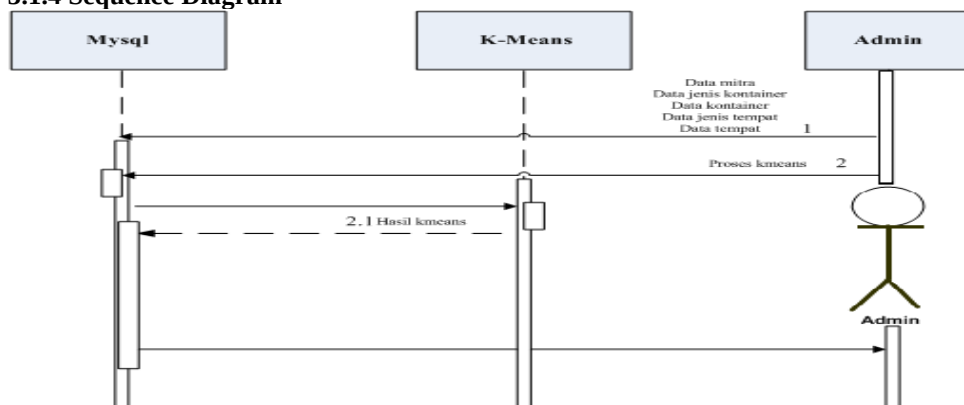
Gambar 7. Activity Diagram Laporan Hasil Penyusunan

3.1.3 Class Diagram



Gambar 3.11 Class Diagram

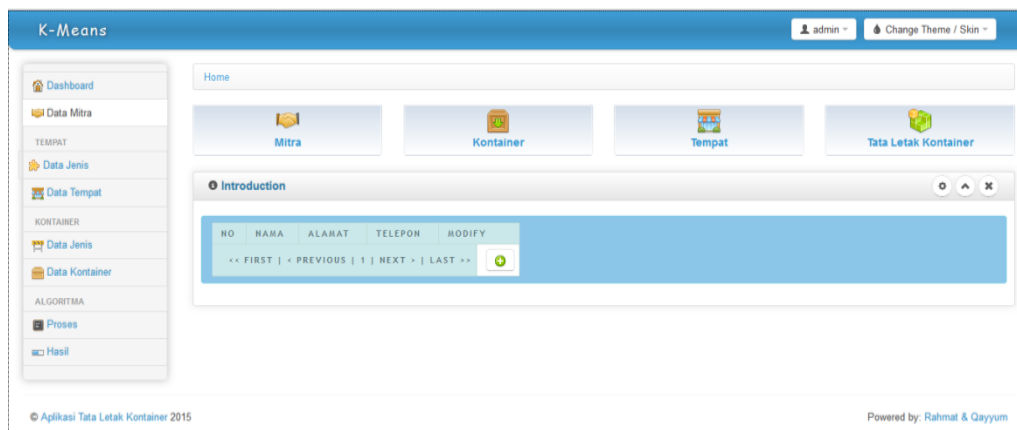
3.1.4 Sequence Diagram



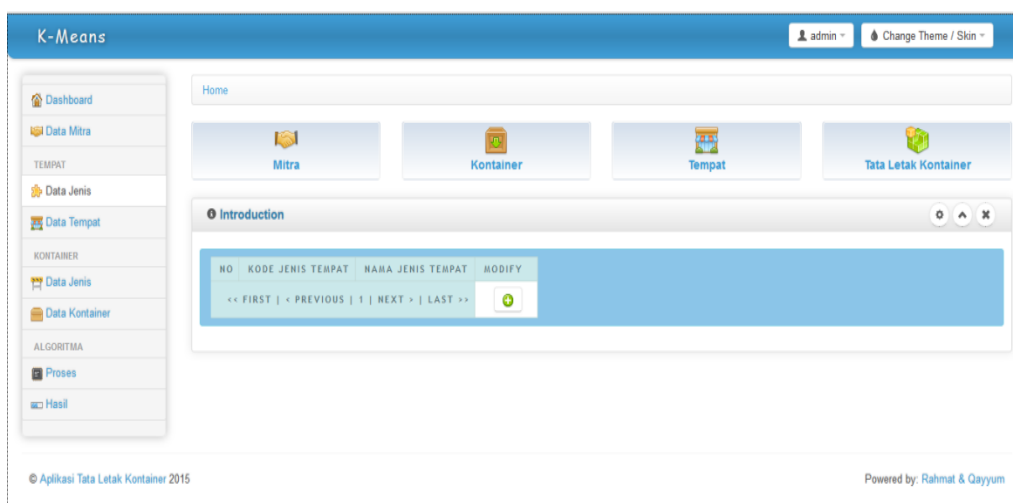
Gambar 8. Sequence Diagram

3.3 Rancangan Output

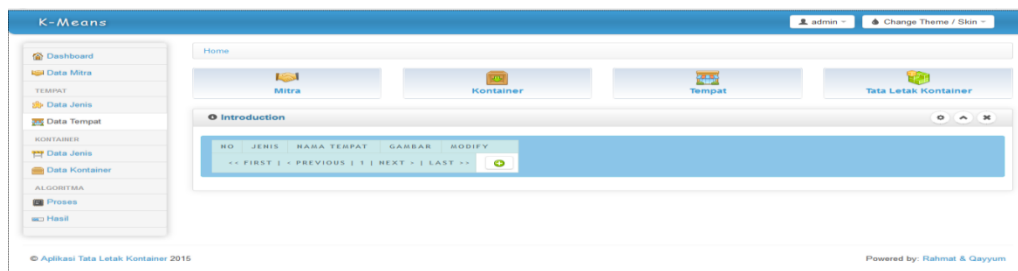
Output merupakan produk dari sistem informasi yang dapat dilihat. Output ini dapat berupa hasil yang dikeluarkan di media keras (kertas dan lain-lain) dan output yang berupa hasil dikeluarkan ke media lunak (tampilan layar). Bentuk atau format dari output dapat berupa keterangan-keterangan tabel atau grafik. Yang paling banyak dihasilkan adalah output yang berbentuk tabel akan tetapi sekarang dengan kemampuan teknologi komputer yang dapat menampilkan output dalam bentuk grafik, maka output berupa grafik juga mulai banyak dihasilkan.



Gambar 9. Rancangan Output Mitra



Gambar 10. Rancangan Output Jenis Tempat



Gambar 11. Rancangan Output Tempat

3.4 Rancangan Input

Input merupakan data yang masuk ke dalam sistem informasi, ini diperlukan ada karena bahan dasar dalam pengolahan informasi, input yang masuk ke dalam sistem dapat langsung diolah menjadi informasi.

Gambar 12. Rancangan Input Data Mitra

Gambar 13. Rancangan Input Data Jenis Tempat

Gambar 14. Rancangan Input Data Tempat

B. Pengujian Perangkat Lunak

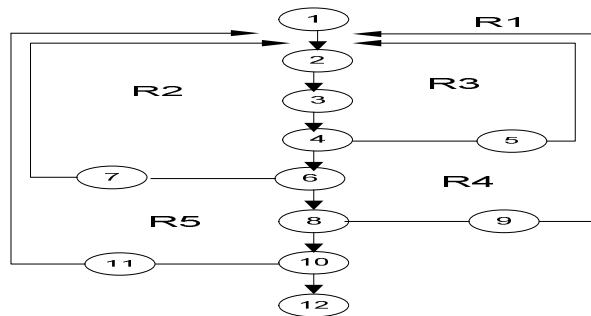
Pengujian perangkat lunak yang dilakukan dengan menggunakan teknik *white box*, terlebih dahulu memetakan *flowchart* ke dalam *flowgraph* kemudian menghitung besarnya jumlah *edge* dan *node* dimana jumlah *node* dan *edge* ini akan menentukan besarnya *cyclomatic complexity*. Adapun *flowgraph* dari *flowchart* sistem yang telah dibangun :

1. Flowgraph Menu Utama

Dari *flowchart* menu utama yang digunakan untuk pengujian perangkat lunak, maka ditentukan flowgraph sebagai berikut :

Notasi flowgraph :

1. Mulai
2. Tampilkan 4 menu pilihan
3. Jika pilihan 4 tampilkan jenis tempat
4. Jika pilihan 6, tampilkan tempat
5. Jika pilihan 8, tampilkan jenis kontainer
6. Jika pilihan 10, tampilkan kontainer
7. Selesai



Gambar 15. Flowgraph menu utama

Keterangan :

Node (N) = 12

Edge (E) = 15

Predikat (P) = 4

a. Region (R) = 5

b. Cyclomatic complexity

$$1. V(G) = (E - N) + 2$$

$$= (15 - 12) + 2$$

$$= 5$$

$$2. V(G) = P + 1$$

$$= 4 + 1$$

$$= 5$$

c. Independent Path

Path 1 : 1-2-3-4-5-2-3-4-6-8-10-12

Path 2 : 1-2-3-4-6-7-2-3-4-6-8-10-12

Path 3 : 1-2-3-4-6-8-9-2-3-4-6-8-10-12

Path 4 : 1-2-3-4-6-8-10-11-2-3-4-6-8-10-12

Path 5 : 1-2-3-4-6-8-10-12

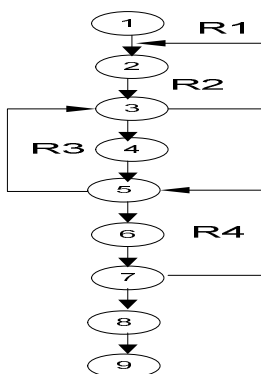
Berdasarkan hasil yang didapatkan dimana Region, Independent Path dan Cyclomatic Complexity bernilai sama. Maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dirancang dapat dikatakan bebas dari kesalahan logika.

2. Flowgraph jenis tempat

Dari *flowchart* jenis tempat yang digunakan untuk pengujian perangkat lunak, maka ditentukan *flowgraph* sebagai berikut :

Notasi *flowgraph* :

1. Mulai
2. Tampilkan data jenis tempat
3. Masukkan pilihan
4. Jika pilihan 3, tambah data jenis tempat
5. Jika pilihan 5, edit data jenis tempat
6. Jika pilihan 7, hapus data jenis tempat
7. Jika pilihan tidak, proses batal dan looping
8. Kembali



Gambar 16. Flowgraph jenis tempat

Keterangan :

Node (N) = 9

Edge (E) = 11

Predikat (P) = 3

a. Region (R) = 4

b. Cyclomatic complexity

$$1. V(G) = (E - N) + 2$$

$$= (11 - 9) + 2$$

$$= 4$$

$$2. V(G) = P + 1$$

$$= 3 + 1$$

$$= 4$$

c. Independent Path

Path 1 : 1-2-3-2-3-4-5-6-7-8-9

Path 2 : 1-2-3-4-5-3-4-5-6-7-8-9

Path 3 : 1-2-3-4-5-6-7-5-6-7-8-9

Path 4 : 1-2-3-4-5-6-7-8-9

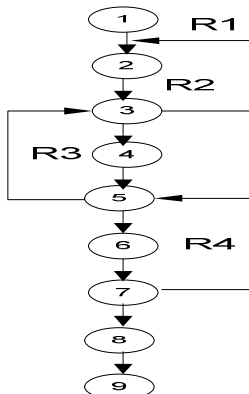
Berdasarkan hasil yang didapatkan dimana Region, Independent Path dan Cyclomatic Complexity bernilai sama. Maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dirancang dapat dikatakan bebas dari kesalahan logika.

3. Flowgraph tempat

Dari *flowchart* tempat yang digunakan untuk pengujian perangkat lunak, maka ditentukan *flowgraph* sebagai berikut :

Notasi *flowgraph* :

1. Mulai
2. Tampilkan data tempat
3. Masukkan pilihan
4. Jika pilihan 3, tambah data tempat
5. Jika pilihan 5, edit data tempat
6. Jika pilihan 7, hapus data tempat
7. Jika pilihan tidak, proses batal dan looping
8. Kembali



Gambar 17. Flowgraph tempat

Keterangan :

Node (N) = 9

Edge (E) = 11

Predikat (P) = 3

a. Region (R) = 4

b. Cyclomatic complexity

$$1. V(G) = (E - N) + 2$$

$$= (11 - 9) + 2$$

$$= 4$$

$$2. V(G) = P + 1$$

$$= 3 + 1$$

$$= 4$$

c. Independent Path

Path 1 : 1-2-3-2-3-4-5-6-7-8-9

Path 2 : 1-2-3-4-5-3-4-5-6-7-8-9

Path 3 : 1-2-3-4-5-6-7-5-6-7-8-9

Path 4 : 1-2-3-4-5-6-7-8-9

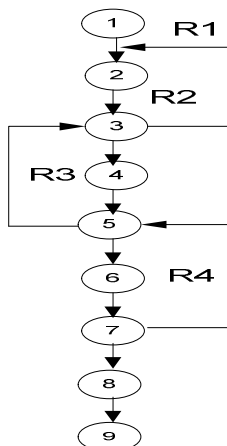
Berdasarkan hasil yang didapatkan dimana Region, Independent Path dan Cyclomatic Complexity bernilai sama. Maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dirancang dapat dikatakan bebas dari kesalahan logika.

4. Flowgraph jenis kontainer

Dari *flowchart* jenis kontainer yang digunakan untuk pengujian perangkat lunak, maka ditentukan *flowgraph* sebagai berikut :

Notasi *flowgraph* :

1. Mulai
2. Tampilkan data jenis kontainer
3. Masukkan pilihan
4. Jika pilihan 3, tambah data jenis kontainer
5. Jika pilihan 5, edit data jenis kontainer
6. Jika pilihan 7, hapus data jenis kontainer
7. Jika pilihan tidak, proses batal dan looping
8. Kembali



Gambar 18. Flowgraph jenis kontainer

Keterangan :

Node (N) = 9

Edge (E) = 11

Predikat (P) = 3

a. Region (R) = 4

b. Cyclomatic complexity

$$1. V(G) = (E - N) + 2$$

$$= (11 - 9) + 2$$

$$= 4$$

$$2. V(G) = P + 1$$

$$= 3 + 1$$

$$= 4$$

c. Independent Path

Path 1 : 1-2-3-2-3-4-5-6-7-8-9

Path 2 : 1-2-3-4-5-3-4-5-6-7-8-9

Path 3 : 1-2-3-4-5-6-7-5-6-7-8-9

Path 4 : 1-2-3-4-5-6-7-8-9

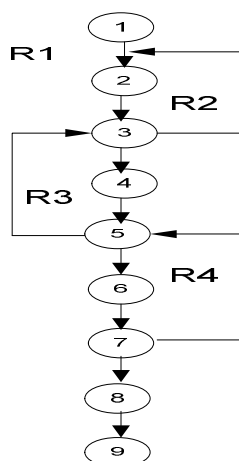
Berdasarkan hasil yang didapatkan dimana Region, Independentt Path dan Cyclomatic Complexcity bernilai sama. Maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dirancang dapat dikatakan bebas dari kesalahan logika.

5. Flowgraph kontainer

Dari *flowchart* kontainer yang digunakan untuk pengujian perangkat lunak, maka ditentukan *flowgraph* sebagai berikut :

Notasi *flowgraph* :

1. Mulai
2. Tampilkan data kontainer
3. Masukkan pilihan
4. Jika pilihan 3, tambah data kontainer
5. Jika pilihan 5, edit data kontainer
6. Jika pilihan 7, hapus data kontainer
7. Jika pilihan tidak, proses batal dan looping
8. Kembali



Gambar 19. Flowgraph kontainer

Keterangan :

Node (N) = 9

Edge (E) = 11

Predikat (P) = 3

a. Region (R) = 4

b. Cyclomatic complexcity

$$1. V(G) = (E - N) + 2$$

$$= (11 - 9) + 2$$

$$= 4$$

$$2. V(G) = P + 1$$

$$= 3 + 1$$

$$= 4$$

c. Independent Path

Path 1 : 1-2-3-2-3-4-5-6-7-8-9

Path 2 : 1-2-3-4-5-3-4-5-6-7-8-9

Path 3 : 1-2-3-4-5-6-7-5-6-7-8-9

Path 4 : 1-2-3-4-5-6-7-8-9

Berdasarkan hasil yang didapatkan dimana Region, Independentt Path dan Cyclomatic Complexcity bernilai sama. Maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dirancang dapat dikatakan bebas dari kesalahan logika

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada perancangan aplikasi dan pengujian aplikasi maka dapat disimpulkan bahwa

1. Perancangan Aplikasi Tata Letak Peti Kemas Berbasis Web Menggunakan Algoritma K-Means Pada Pelabuhan IV terminal Peti Kemas dapat memberi kemudahan dalam proses pengaturan tata letak peti kemas
2. Aplikasi Tata Letak Peti Kemas Berbasis Web Menggunakan Algoritma K-Means dapat mempercepat proses pencarian data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir, 2008. *“Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP”*, Andi :Yogyakarta.
- [2] Achmad Solihin, 2010. *“Pemrograman Web dengan PHP dan MySQL”*, Informatika Bandung : Bandung.
- [3] Han dan Kamber, Micheline. (2010), *Data Mining : Concept and Techniques Second Edition*, Morgan Kaufmann Publishers.
- [4] Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A. 2011. *Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques* (3rd ed). USA: Elsevier
- [5] Rosa A.s_ M. Shalahuddin, 2011, *“Berlajar UML”*, Andi Yogyakarta
- [6] Fowler, Martin. 2007. *“UML Distilled Edisi 3”*, Jogjakarta: Andi.
- [7] Irma dan Setiawan, 2010. *“Cepat Menguasai Internet”*, Andi:Yogyakarta
- [8] Ladjamuddin, Al-Bahra. 2007. *“Rekayasa Perangkat Lunak”*. Jogjakarta: Graha Ilmu