

**KLASIFIKASI CASE *HANDPHONE* MENGGUNAKAN METODE
K-MEANS CLUSTERING DALAM MENENTUKAN PREDIKSI
PENGADAAN BARANG DI TOKO N-CASE**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Pada Prodi Teknik Informatika



Disusun Oleh :

Niken Wulandari

NPM : 18.1.03.02.0007

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU REPUBLIK
INDONESIA KEDIRI
UN PGRI KEDIRI**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Skripsi oleh:

NIKEN WULANDARI

NPM: 18.1.03.02.0007

Judul :

**KLASIFIKASI CASE *HANDPHONE* MENGGUNAKAN METODE
K-MEANS CLUSTERING DALAM MENENTUKAN PREDIKSI
PENGADAAN BARANG DI TOKO N-CASE**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang

Skripsi Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknik

Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : Juli 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

Intan Nur Farida. M.Kom

NIDN : 0704108701

Umi Mahdiyah, Spd., M.Si

NIDN : 0729098903

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi Oleh:

NIKEN WULANDARI

NPM: 18.1.03.02.0007

Judul:

**KLASIFIKASI CASE *HANDPHONE* MENGGUNAKAN METODE
K-MEANS CLUSTERING DALAM MENENTUKAN PREDIKSI
PENGADAAN BARANG DI TOKO N-CASE**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi Prodi Teknik

Informatika UN PGRI Kediri

Pada Tanggal : Juli 2022

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji :

1. Ketua : Intan Nur Farida M.Kom ()
2. Penguji I : Ardi Sanjaya M.Kom ()
3. Penguji II : Risa Helilintar M.Kom ()

Mengethui

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Suryo Widodo, M.Pd

NIDN : 0002926403

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Niken Wulandari**

NIM : **18.1.03.02.0007**

Prodi : **Teknik Informatika**

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesajanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Kediri:_____

Yang Menyatakan,

Niken Wulandari

NPM: 18.1.03.02.0007

MOTTO

“Kemarin hanyalah kenangan hari ini, besok adalah impian hari ini”

Kupersembahkan karya ini buat :
Seluruh keluargaku tercinta.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-nya, sehingga tersusunlah Skripsi yang berjudul “Klasifikasi Case *Handphone* Menggunakan Metode *K-means Clustering* Dalam Menentukan Prediksi Pengadaan Barang Di Toko N-Case”

Skripsi tersusun dalam rangka melengkapi salah satu persyaratan dalam rangka menempuh tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika di Universitas Nusantara PGRI Kediri .

Penulis sungguh-sungguh sangat menyadari, bahwa penulisan Skripsi tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Sudah selayaknya dalam kesempatan ini penulis menghaturkan penghargaan dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr.Zainal Afandi, M.Pd selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri
2. Ahmad Bagus Setiawan, ST, M.Kom., MM. Selaku kepala prodi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Intan Nur Farida, M.Kom selaku dosen pembimbing 1 dalam skripsi yang sudah sangat sabar membimbing saya.
4. Umi Mahdiah, Spd., M.Si selaku dosen pembimbing 2 dalam skripsi yang sudah sangat sabar membimbing saya.
5. Serta orang tua yang sudah memberikan dukungan penuh dalam skripsi dan selalu mensupport saya.
6. Teman-teman yang telah membantu dalam pencarian materi pendukung .

Akhir kata, penulis mohon maaf atas kekeliruan dan kesalahan yang terjadi selama proses penyusunan skripsi ini dilakukan dan semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi khasanan pengetahuan.

Kediri, 20 juli 2022

Niken Wulandari

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Batasan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat dan Kegunaan Penelitian	5
G. Metode Penelitian	5
H. Jadwal Penelitian	7
I. Sistematika Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Landasan Teori.....	9
B. Kajian Pustaka	17
BAB III ANALISA DAN DESAIN SISTEM	
A. Desain Sistem.....	20
B. Analisa Kebutuhan.....	20
C. Perangkat Lunak	21
D. Perangkat Keras	21
E. Desain Sistem (Perancangan)	22
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Implementasi Sistem	48
B. Implementasi Program	49
C. Pengujian Sistem.....	56
D. Hasil	58
E. Evaluasi Hasil	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	63
B. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1.1 Diagram Waterfall.....	5
3.1 Flowchart	25
3.2 Desain Data Flow Diagram Prediksi Stok Case Handphone	26
3.3 Data Flow Diagram Level 1 Prediksi Stok Case HP.....	27
3.4 Entity Relationship Diagram.....	28
3.5 Gambar adalah tampilan halaman login	45
3.6 Gambar adalah menu home	45
3.7 Gambar adalah halaman data case yang menampilkan semua data.	46
3.8 Gambar halaman data penjualan toko N-case.....	46
3.9 Gambar Dimana data penjualan case akan di proses langkah demi langkah untuk menentukan hasil penjualan case.	47
3.10 Gambar Terdapat hasil perhitungan dimana untuk pengelompokan datapenjualan dari mulai rendah, sedang dan tinggi.....	47
4.1 Tampilan Login.....	49
4.2 Tampilan Home.....	50
4.3 Tampilan Menu Data.....	50
4.4 Tampilan Data Case	51
4.5 Tombol Tambah Data Manual	51
4.6 Tampilan Tambah Data Case Manual.....	52
4.7 Tampilan Tambah Data Export.....	52
4.8 Tampilan Export Data	53
4.9 Tampilan Hapus Semua Data Case	53
4.10 Tampilan Edit Dan Hapus Data Satuan	54
4.11 Tampilan Pencarian Data Case	54
4.12 Tampilan Data Penjualan Atau Transaksi.....	54
4.13 Tampilan Hitung	55
4.14 Tampilan User.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel	hal
1.1 Penelitian dan perancangan.....	7
3.1 Tipe Handphone	22
3.2 Data Mentah	23
3.3 Penemuan pusat awal cluster	24
3.4 Data Penjualan Handphone	28
3.5 Data Mentah	29
3.6 Penentuan Pusat Awal Cluster	31
3.7 Iterasi ke 1	35
3.8 Titik Pusat centroid baru	36
3.9 Hasil proses Perhitungan Iterasi Ke Dua	36
3.10	37
3.11 Hasil Proses Perhitungan Iterasi Ke Tiga.....	38
3.12 Titik Pusat <i>Centroid</i> Baru	39
3.13 Hasil Proses Perhitungan Iterasi Ke Empat	40
3.14 Titik Pusat <i>Centroid</i> Baru	41
3.15 Hasil Proses Perhitungan Iterasi Ke Lima	42
3.16 Handphone	44
3.17 Penjualan.....	44
4.1 Pengujian Data	56
4.2 Pengujian Sistem.....	57
4.3 Tabel Hasil	58
4.4 Tabel Hasil Evaluasi Penjumlahan Cluster	58

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dinamika sosial masyarakat di Indonesia dan dunia saat ini berkembang begitu pesat, hal ini ditandai dengan perkembangan teknologi yang semakin maju dan sangat berperan penting dalam dunia usaha. Namun sekarang ini masih banyak pengusaha yang belum bisa memanfaatkan teknologi informasi terkait sistem informasi manajemen untuk mengelola usahanya. Saat ini sistem informasi manajemen sangat berperan penting dalam dunia usaha sehingga dengan adanya sistem informasi manajemen pengusaha tidak perlu lagi mencatat secara manual karena semua data akan tersimpan dalam sebuah sistem, sedangkan untuk pengusaha yang tidak menggunakan sistem informasi manajemen akan kesulitan untuk mengelola data penjualan usahanya.

N-Case salah satu usaha yang bergerak di bidang penjualan case *handphone* yang merupakan toko case *handphone* terkenal di Nganjuk dan sudah memiliki beberapa cabang yang tersebar di sekitar Nganjuk. N-Case setiap harinya harus memenuhi kebutuhan pasar, dari hasil wawancara dengan pemilik toko di peroleh informasi bahwa di toko N-Case kurang dalam peninjauan tipe case yang paling diminati oleh konsumen, dengan melakukan pengumpulan data transaksi penulis dapat mengidentifikasi jenis case *handphone* yang laris dan kurang laris, dengan rating penjualan rendah,

sedang, tinggi. Sehingga tidak terjadi penumpukan barang yang ada di gudang antara yang laku dan tidak laku, dengan pengumpulan data diharapkan akan memberikan manfaat atau solusi bagi pemilik usaha.

Penelitian yang dikutip oleh Siregar (2018: 83-91) yaitu klasifikasi penjualan alat-alat bangunan menggunakan metode *k-means*. Pada penelitian ini, data mining diterapkan menggunakan metode *k-means* yang menyediakan proses standar di beberapa bidang karena metode ini mudah di pahami. Penelitian yang dikutip oleh indriyani & irfiani (2019: 109-113) yaitu *clustering* data penjualan pada toko perlengkapan outdoor menggunakan metode *k-means*. Dalam penelitian tersebut didapatkan hasil akhir berupa tiga *cluster* dimana terdapat 2 jenis barang paling laris, 8 jenis barang cukup laris dan 18 jenis barang yang kurang laris. Penelitian yang dikutip oleh Normah & nurjanah (2021: 159-163) yaitu penerapan data mining *k-means clustering* untuk analisa penjualan pada toko fashion hijab banten. Dari penelitian ini menerapkan metode *k-means* pada *rapidminer* dilakukan dengan memasukkan data stok, setelah itu *rapidminer* akan menghasilkan produk mana yang sangat laris dan kurang laris. Penelitian yang dikutip oleh Oleh Kesuma & Feryanto (2019: 67-71) yaitu penerapan data mining untuk menentukan penjualan sparepart toyota dengan metode *k-means clustering*. Pada penelitian ini mengangkat masalah CV.Terang jaya merupakan perusahaan yang bergerak dibidang otomotif yang melayani penjualan dan pembelian sperepat mobil. Sehingga dengan adanya pengelompokan data

perusahaan bisa mengetahui barang mana yang laris dan tidak laris terjual.

Menyikapi masalah tersebut, pada penelitian ini, membuat sistem prediksi stok case *handphone* berbasis web. Sistem ini nantinya diharapkan mampu memudahkan dalam perekapan data transaksi dengan rating penjualan rendah, sedang, tinggi sehingga dapat mengontrol stok barang yang ada digudang, mampu menentukan jenis case yang mencapai penjualan tertinggi, sehingga mampu meningkatkan promosi penjualan pada jenis case *handphone* yang kurang diminati. Dalam hal ini terdapat metode yang digunakan yaitu metode *K-Means clustering*.

Dari hasil analisa latar belakang penelitian ini mengambil topik pengelompokan case *handphone* menggunakan metode k-means clustering. Dalam menentukan prediksi pengadaan barang di toko N-Case, penulis akan menggunakan metode *K-means* algoritma *clustering* merupakan algoritma pengelompokkan sejumlah data menjadi kelompok-kelompok data tertentu (*cluster*).

Dengan adanya pengolahan data yang dilakukan diharapkan akan dapat memberikan solusi nyata kepada pihak toko agar dapat mengetahui mana barang yang paling laris dan mana barang yang tidak laris. Berdasarkan masalah di atas, maka penulis mengajukan penelitian dengan judul “Klasifikasi Case *Handphone* Menggunakan Metode *K-means Clustering* Dalam Menentukan Prediksi Pengadaan Barang Di Toko N-Case”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis telah mengidentifikasi masalah adalah kurang terstrukturanya stok barang antara yang laku dan tidak laku, sehingga akan mengakibatkan kerugian pada toko N-Case.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut maka perumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah bagaimana mengklasifikasi case *handphone* menggunakan metode *k-means clustering* dalam menentukan prediksi pengadaan barang di toko N-Case ?

D. Batasan Masalah

Berikut beberapa batasan masalah pada penelitian, agar tidak menyimpang dari pokok pembahasan penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Menggunakan metode *K-means clustering* untuk penganalisisan data.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data numerik yaitu data yang berbentuk bilangan atau angka.
3. Data yang digunakan diambil dari toko N-Case yaitu data yang tercatat selama 3 tahun.
4. Sistem ini dibuat berbasis *web* , dengan menggunakan database *Mysql*.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengklasifikasi case *handphone* menggunakan metode *k-means clustering* dalam menentukan prediksi pengadaan barang di toko N-Case.

F. Manfaat dan Kegunaan Penelitian

Manfaat bagi toko N-Case antara lain :

1. Meminimalisir terjadinya kerugian.
2. Menentukan pembelian case *handphone* yang paling banyak terjual.
3. Menentukan barang laris dan tidak laris.

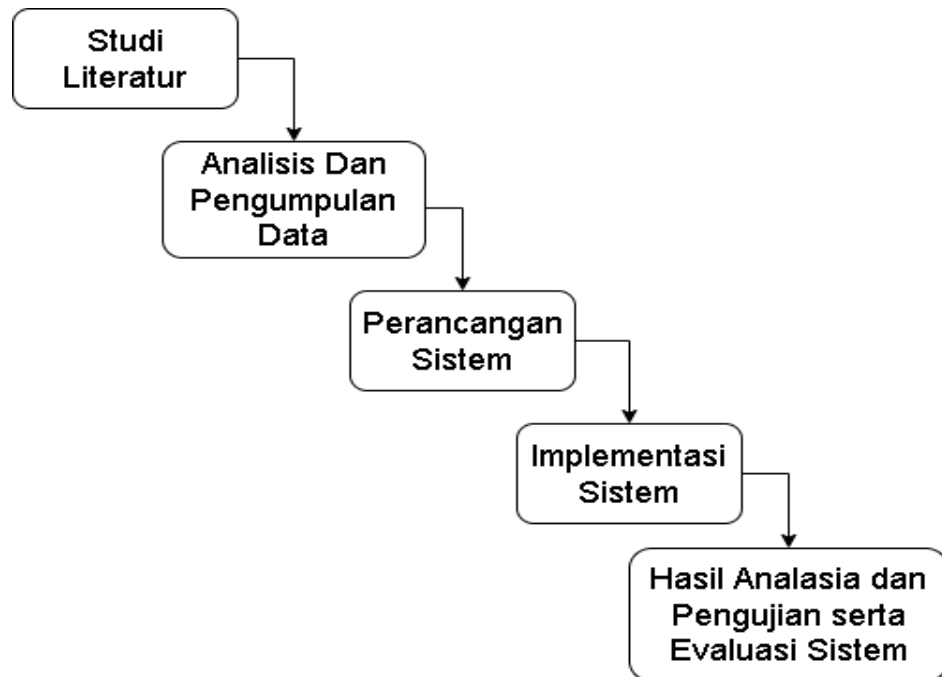
G. Metode Penelitian

1. Pendekatan dan Teknik penelitian

Deskriptif kualitatif yaitu menggunakan analisis data atau fakta yang ada di lapangan.

2. Prosedur Penelitian

Dalam prosedur penelitian ini penulis melakukan beberapa metode untuk diterapkan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 1.1 *Diagram Waterfall*

a. Studi Literatur

Dalam studi literatur ini yaitu mempelajari buku-buku referensi, jurnal penelitian, buku dan sumber lainnya yang sekiranya berkaitan dengan masalah yang diteliti sehingga memudahkan peneliti untuk mengembangkan apa yang diteliti dan dapat terarah.

b. Analisis dan Pengumpulan Data

Tahap ini adalah dilakukan pengumpulan data, pencarian data dan mempelajari tentang prediksi stok case hp di toko N-Case. Dari mempelajari tersebut dihasilkan sekumpulan data kemudian data dianalisa yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran dalam permasalahan sehingga diperoleh suatu informasi yang kemudian digunakan untuk menganalisa masalah yang sedang diteliti

c. Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil tahapan studi yang telah dilakukan, dirancang alur sistem dari perancangan desain *user interface*, perancangan *database* serta penentuan algoritma yang akan diterapkan dalam sistem.

d. Implementasi Sistem

Proses yang dilakukan untuk meramalkan model dan system berdasarkan alur kerja rancangan. Dengan tahapan ini berupa penghitungan data penjualan, pemodelan, pemikiran, analisis data, dan perhitungan kemiripan dari proses metode sebelumnya.

e. Hasil Analisa dan pengujian serta evaluasi sistem

Merupakan proses uji coba sistem dimana proses data yang di inputkan dan memastikan bahwa semua pernyataan sudah di uji, Dan pada fungsinya sendiri yaitu mengetahui pengujian untuk menentukan kesalahan-kesalahan dan memastikan data yang di input akan memberikan data yang akurat berdasarkan hasil yang diinginkan.

H. Jadwal Penelitian

Jadwal waktu penelitian dan perancangan proyek akhir ini berlangsung selama 6 bulan, dengan deskripsi jadwal sebagai berikut:

Tabel 1.1 Tabel Penelitian dan perancangan

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke 1				Bulan ke 2				Bulan ke 3				Bulan ke 4				Bulan ke 5				Bulan ke 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■																				
2	Analisis dan pengumpulan data					■	■	■	■																
3	Desain Sistem									■	■	■	■												
4	Implementasi Sistem													■	■	■	■								
5	Hasil analisa dan pengujian serta evaluasi sistem													■	■	■	■	■	■	■	■				
6	Penulisan laporan													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

I. Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri 5 bab dengan pokok bahasan tiap bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab I akan dibahas mengenai Latar Belakang Masalah, Identifikasi Masalah, Pembatasan Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Kegunaan Penelitian, Metode Penelitian dan Sistematika Penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan Landasan teori, Kajian pustaka, serta konsep-konsep yang mendukung pengembangan sistem Data proses alur sistem, dan data perhitungan penjualan.

BAB III ANALISIS DAN DESAIN SISTEM

Dalam bab ini berisi tentang cara penerapan konsep dasar yang telah diuraikan pada bab II yaitu membahas proses pengembangan sistem pada tahap gambaran umum sistem, spesifikasi dan analisis kebutuhan sistem, dengan hasilnya berupa desain dan rancangan sistem yang dikembangkan.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN HASIL

Dalam bab ini berisi tentang *Interface* program, perancangan sistem, pengujian program.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari seluruh penulisan dalam tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- A. N. Ulfah dan S. Uyun,. 2015. “Analisis Kinerja Algoritma Fuzzy C-Means dan KMeans pada Data Kemiskinan” Jatasi, vol. Vol. 1 No. 2, pp. 139 - 14
- Annur. 2019. Penerapan data mining untuk menentukan strategi penjualan variasi mobil menggunakan metode k-means clustering, jurnal informatika upgris. Vol. 5,No.1, Hal 40-45.
- Abidah, S. 2017. Analisis komparasi metode tsukamoto dan sugeno dalam prediksi jumlah siswa baru. Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 8(2), 57–63.
- Bambang Hermanto, D. 2019. P rediksi, Naïve Bayes, Kepuasan Pelanggan. 9.
- Ferdika Mikhael dan Kuswara Heri, 2017.Sistem informasi penjualan berbasis web pada PT. Era Makmur cahaya damai Bekasi, Information system education and perofesionals,Vol.2,No. 2,Hal 175-188.
- F. Fajrianti, M. N. Bustan dan M. A. Tiro,. 2018. “Penggunaan Analisis Cluster K-Means Dan Analisis Diskriminan Dalam Pengelompokan Desa Miskin Di Kabupaten Pangkep”.
- Gelinas, Ulrich & Dull, B. Richard. 2012. Accounting Information System. <http://definisiahli.blogspot.co.id/2014/11/definisi-sistem-informasi-menurut-ahli.html>. Diakses 26 Desember 2021.
- Hay’s, N.R, Anharudin, Andrean. R.2017. Sistem informasi inventory berdasarkan prediksi data single moving average pada CV. Agung Youlanda, jurnal protekinfo.Vol. 4, No.2, Hal 29-32.
- Indriani Fintri, Irfiani Eni., 2019, Clustering data penjualan toko perlengkapan outdoor menggunakan metode k-means method, jurnal informatika (JUITA), Vol. 7, No.2, Hal 109-113.
- Jumadi Bernad,. 2018. “ Peningkatan Hasil Evaluasi Clustering Davies Bouldin Index Dengan Penentuan Titik Pusat Cluster Awal Algoritma K-Means”.
- J. Han dan M. Kamber,. 2011. "Data Mining Concepts and Techniques, San Fransisco: Morgan Kaufmann".
- Kesuma, Feryanto., 2019. Penerapan data mining untuk menentukan penjualan sparepat Toyota dengan metode k-means clustering, jurnal sistem informasi ilmu computer prima (JUSIKOM PRIMA), Vol.2,No.2, Hal 67-71.

- Mustofa, S. M., Ramadhan, R., M., 2017, Implementasi data mining untuk evaluasi kinerja akademik mahasiswa menggunakan algoritma naïve bayes classifier, Vol.4, No. 2, Hal 151-162
- Mabrur, A. G., Lubis, R., 2012, Penerapan Data Mining untuk Memprediksi Kriteria Nasabah Kredit, Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA), Vol.1, No. 1, Hal 53-57.
- Metisan, M.B., Sari, L. H., 2017, analisis clustering menggunakan metode k-means dalam pengelompokan penjualan produk pada swalayan fadhila, Vol. 11, No.2, Hal 111-115.
- Normah, Nurajizah,. 2021. Penerapan data mining metode k-means clustering untuk analisis penjualan pada toko fashion hijab banten, jurnal Teknik computer AMIK BSI, Vol.7, No.2, Hal 159-163.
- Pambudi, K. H, Kusuma, A.G.P, Yulianti, F. 2020. Prediksi status pengiriman barang menggunakan metode machine learning, jurnal ilmiah teknologi informasi terapan(JITTER). Vol.6, No. 2, Hal 100-108.
- Siregar,. 2018, Klasifikasi penjualan alat-alat bangunan menggunakan metode k-means studi kasus toko bangunan adi bangunan, jurnal teknologi dan open source, Vol.1, No.2, Hal 83-91.
- Sari, N. V. Astri, E., 2020. Analisis dan penerapan algoritma naïve bayes untuk evaluasi kinerja karyawan pada PT. Pelita wira sejahtera, jurnal ilmiah mahasiswa Teknik informatika, Vol. 2, No.1, Hal 51-68
- Sani Asrul, 2017. Penerapan metode k-means clustering pada perusahaan, Hal 5.
- Suntoro., 2019. “ Data Mining Untuk Algoritme Dan Implementasi Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP”.
- Taruna R., S., Hiranwal, S., 2013, Enhanced Naive Bayes Algorithm for Intrusion Detection in Data Mining, International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol.6, No. 4, Hal 960-962.
- Windarto, P.A, 2017. Penerapan data mining pada ekspor buah-buahan menurut negara tujuan menggunakan k-means. Vol. 16, No. 4, Hal 350-351.
- Wani, M. A. & Riyaz, R. 2017. A novel point density based validity index for clustering gene expression datasets. International Journal of Data Mining and Bioinformatics 17(1): 66–84.