

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Ilmu Komputer (FIKOM)
Program Studi Teknik Informatika

in the Undergraduate Papers

Saragih, Dea Ananda

2025

Penerapan Metode K-Means Dalam Pengelompokan Data produk Di Mini Pet Shop Dan Evaluasi Hasil Clustering Menggunakan Silhouette Score

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/995>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**PENERAPAN METODE K-MEANS DALAM PENGELOMPOKAN
DATA PRODUK DI MINI PET SHOP DAN EVALUASI HASIL
CLUSTERING MENGGUNAKAN SILHOUETTE SCORE**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer Pada
Program Studi Teknik Informatika**



**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS
MEDAN
2025**

PERNYATAAN PENULIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Katolik Santo Thomas, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dea Ananda Saragih

NPM : 210840111

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Ilmu Komputer

Jenis Karya : Skripsi

1. Menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Komputer saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Santo Thomas Hak Bebas Royalti Nonesklusif (***Non Exclusive Royalty-Free Right***) atas karya ilmiah saya tersebut, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Katolik Santo Thomas berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Universitas Katolik Santo Thomas
Pada Tanggal : 28 Oktober 2025
Yang Menyatakan

Dea Ananda Saragih
Penulis

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

NAMA : DEANANDA SARAGIH
NPM : 210840111
PROGRAM STUDI : TEKNIK INFORMATIKA SI
FAKULTAS : ILMU KOMPUTER
JUDUL SKRIPSI : "PENERAPAN METODE K-MEANS UNTUK
MENGELOMPORKAN DATA PRODUK DIMINI
PET SHOP DAN EVALUASI HASIL CLUSTERING
MENGENAKAN SILHOUETTE SCORE"



KETUA PROGRAM STUDI,

Masduki Sagala, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0126088202

DEKAN

Desinta Purba, S.T, M.Kom
NIDN. 0111067801

SKRIPSI

PENERAPAN METODE K-MEANS DALAM PENGELOMPOKAN DATA PRODUK DI MINI PET SHOP DAN EVALUASI HASIL CLUSTERING MENGGUNAKAN SILHOUETTE SCORE

Dipersiapkan dan disusun oleh:

DEA ANANDA SARAGIH
210840111

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada Tanggal 28 Oktober 2025

UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS

Susunan dewan penguji

Pembimbing Utama/Penguji I

Penguji II

Dr. Paska Marto Hasugian, M.Kom
NIDN. 0131038601

Emerson P. Malau, S. Si, M.Kom
NIDN. 0116117302

Penguji III

Andy Paul Harianja, S.T, M.Kom
NIDN. 0108117501

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis web yang dapat membantu pemilik Mini Pet Shop Medan dalam menganalisis data produk dengan metode K-Means Clustering dan evaluasi menggunakan Silhouette Score. Permasalahan utama yang dihadapi Mini Pet Shop adalah kesulitan dalam mengelompokkan produk berdasarkan tingkat penjualan, sehingga keputusan mengenai pengadaan stok dan strategi promosi sering kali kurang tepat sasaran. Metode K-Means Clustering diterapkan untuk mengelompokkan produk ke dalam tiga kategori, yaitu Sangat Laku, Laku, dan Kurang Laku, berdasarkan data penjualan, barang masuk, dan stok selama periode Januari hingga Desember 2024. Hasil pengelompokan kemudian dievaluasi menggunakan Silhouette Score guna mengukur kualitas cluster yang terbentuk. Implementasi sistem dilakukan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL, dengan antarmuka yang dirancang agar mudah digunakan oleh pemilik toko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mengelompokkan produk secara efektif dan memberikan informasi yang lebih terstruktur mengenai performa penjualan setiap produk. Nilai Silhouette Score yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil clustering memiliki tingkat keakuratan yang baik. Dengan adanya sistem ini, proses analisis penjualan dan pengambilan keputusan terkait pengelolaan stok dapat dilakukan secara lebih cepat, efisien, dan berbasis data.

Kata kunci: *K-Means Clustering, Silhouette Score, Data Mining, Mini Pet Shop, Sistem Informasi.*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur yang mendalam dan penuh penghargaan, saya mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Teruntuk Bapak tercinta Rusmanto Saragih. Beliau telah menjadi sosok panutan, sumber semangat dan inspirasi yang tak tergantikan. Doa-doa Bapak, didikan dan nilai-nilai kehidupan yang bapak tanam kan akan selalu hidup dalam diri penulis.
2. Teruntuk mamak tercinta Juliana Sipayung, Sosok yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangat. Terimakasih atas kasih sayang yang tak pernah habis, serta doa yang tiada henti mengiringi setiap langkah penulis.
3. Teruntuk dosen pembimbing saya Bapak Dr. Paska Marto Hasugian, M.Kom yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan arahan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kesediaan waktu, perhatian, dan ilmu yang telah diberikan. Setiap masukan dan saran yang diberikan sangat berharga dalam membantu saya menyempurnakan skripsi ini. Semoga ilmu yang telah Bapak/Ibu berikan dapat saya terapkan dengan sebaik-baiknya di masa depan.
4. Rekan-rekan mahasiswa dan teman-teman seperjuangan, yang selalu mendampingi saya dalam suka dan duka. Terima kasih atas semangat kebersamaan, dan dukungan moral yang luar biasa.

Hormat Penulis,

Dea Ananda Saragih

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi. Skripsi ini berjudul **“Penerapan Metode Kmeans Dalam Pengelompokan Data produk Di Mini Pet Shop Dan Evaluasi Hasil Clustering Menggunakan Silhouette Score ”**.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak memperoleh dukungan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua Penulis, Bapak Rusmanto Saragih dan Ibu Juliana Sipayung, serta Saudara/Saudari Kandung Penulis Keysya Saragih, Efri Saragih, Boydo saragih, Tamaira Saragih yang selalu memberikan doa, nasihat serta dukungan kepada penulis.
2. Prof. Dr. Maidin Gultom, S.H, M.Hum selaku Rektor Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
3. Desinta Purba, S.T, M.Kom Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
4. Masdiana Sagala, S.Kom, M.Kom Selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer.
5. Dr. Paska Marto Hasugian, M.Kom selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan koreksi pada saat penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Staff pengajar dan pegawai Fakultas Ilmu Komputer Universitas Katolik St. Thomas Medan yang telah banyak memberikan pengetahuan, bimbingan, dan masukan kepada penulis selama menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa dan teman-teman seperjuangan, yang selalu mendampingi saya dalam suka dan duka. Terima kasih atas semangat, kebersamaan, dan dukungan yang luar biasa. Setiap diskusi, tawa, dan berbagi pengalaman selama proses kuliah akan selalu menjadi kenangan indah yang tak terlupakan. Terima kasih telah menjadi teman yang tak hanya membantu dalam akademik, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari.

8. Terakhir, penulis, Dea Ananda Saragih, ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada diri sendiri. Terima kasih telah berjuang dan bertahan hingga sampai pada tahap ini. Terima kasih telah melewati setiap rasa lelah, kebingungan, serta keinginan untuk menyerah, namun tetap memilih untuk bangkit dan menyelesaikan semuanya dengan sepuh hati. Perjalanan menyusun skripsi ini bukanlah hal yang mudah, tetapi berkat keteguhan, kesabaran, dan keyakinan pada diri sendiri, akhirnya semua dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini menjadi bukti bahwa kerja keras, ketulusan, dan semangat pantang menyerah akan selalu membawa hasil yang indah pada waktunya.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, dan banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Medan, 28 Oktober 2025

Penulis,

Dea Ananda Saragih

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
ABSTRAK.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Maksud dan Tujuan	3
1.4.1 Maksud Penelitian.....	3
1.4.2 Tujuan penelitian.....	4
I.5 Manfaat Penelitian	4
I.6 Metodologi Penelitian	5
I.6.1 Jenis Penelitian.....	5
I.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
II.1 Data Mining	8
II.2 Clustering	10
II.3 Metode K-means.....	10
II.3.1 Pengertian K-means	10
II.3.2 Proses Kerja K-means	11
II.4 Silhoutte Score.....	12
II.4.1 Pengertian Silhouette Score	12
II.5 Website	13
II.6 Perangkat Lunak Pendukung	14
II.6.1 Database.....	14

II.6.2 MySQL	14
II.6.3 PHP	15
II.6.4 Visual Studio Code	15
II.7 Pemodelan Data	15
II.7.1 UML	15
II.7.2 Use Case Diagram.....	16
II.7.3 Activity Diagram.....	16
II.7.4 Class Diagram.....	17
BAB III GAMBARAN UMUM INSTANSI	19
III.1 Sejarah Berdirinya Toko Mini Pet Shop	19
III.2 Profil Toko Mini Pet Shop	19
III.3 Struktur Organisasi Toko	20
III.4 Visi dan Misi Toko.....	20
III.5 Lokasi dan Sarana Pendukung	20
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	22
IV.1 Analisis Sistem.....	22
IV.2 Analisis Masalah	22
IV.3 Analisis Kebutuhan	22
IV.3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras	23
IV.3.2 Analisis kebutuhan Perangkat Lunak	23
IV.4 Analisis Data.....	24
IV.4.1 Sumber dan Bentuk Data	24
IV.4.2 Data Sampel Penelitian	25
IV.4.3 Pengolahan Data	26
IV.5 Penerapan K-Means	27
IV.6 Evaluasi Hasil Clustering Menggunakan Silhouette Score	33
IV.6.1 Menyiapkan Data.....	33
IV.6.2 Menghitung a(i) (jarak ke klaster sendiri).....	34
IV.6.3 Menghitung b(i) (Rata-rata Jarak ke Klaster Terdekat yang Bukan Klaster Sendiri)	35
IV.6.4 Menghitung s(i) silhouette score untuk titik data I.	36
IV.6.5 Rata-rata silhouette score	37

IV.7 Perancangan	38
IV.7.1 Use Case Diagram.....	38
IV.7.2 Activity Diagram	40
IV.7.3 Diagram Class.....	50
IV.8 Perancangan Data Base	51
IV.9 Perancangan Antar muka (interface).....	53
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	63
V.1 Implementasi Sistem	63
V.2 Atarmuka Sistem.....	63
BAB VI PENUTUP	72
VI.1 Kesimpulan	72
VI.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Table II.1	Use case diagram	16
Table II.2	Actifity diagram	17
Table II.3	Class diagram.....	18
Tabel IV.1	kebutuhan perangkat keras.....	23
Tabel IV.2	kebutuhan perangkat lunak	23
Tabel IV.3	Data Awal.....	25
Tabel IV.4	Hasil pengolahan data.....	27
Table IV.5	Centorid Awal.....	28
Table IV.6	hasil jarak euclidean semua data	29
Tabel IV.7	iterasi awal	30
Tabel IV.8	Centorid baru.....	31
Table IV.9	Iterasi kedua	31
Table IV.10	Hasil iterasi akhir	33
Table IV.11	Data awal	34
Table IV.12	Silhoutte score cluster kmeans	36
Table IV.13	rata-rata silhouette per cluster	38
Table IV.14	user	50
Table IV.15	Barang masuk.....	51
Table IV.16	Data K-Means	51
Table IV.17	Hasil K-Means.....	52
Table IV.18	Penjualan.....	52
Table IV.19	Penjualan.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Aliran informasi dalam data maining	9
Gambar III.1	toko mini pet shop	19
	lokasi mini pet shop	21
Gambar IV.1	Diagram use case pemimpin.....	39
Gambar IV.2	Diagram use case kasir.....	40
Gambar IV.3	Actifity diagram login.....	41
Gambar IV.4	Actifity diagram preprocesing data.....	42
Gambar IV.5	Actifity diagram k-means.....	42
Gambar IV.6	Actifity diagram evaluasi clustering	43
Gambar IV.7	Actifity diagram tampilakan hasil	44
Gambar IV.8	Actifity diagram tampilakan hasil	44
Gambar IV.9	Actifity diagram tampilakan hasil	45
Gambar IV.10	Actifity diagram login.....	45
Gambar IV.11	Actifity diagram hak akses	46
Gambar IV.12	Actifity diagram produk.....	47
Gambar IV.13	Actifity diagram barang masuk	47
Gambar IV.14	Actifity diagram transaksi	48
Gambar IV.15	Diagram class	49
Gambar IV.16	Form menu login.....	54
Gambar IV.17	Form dashbord pemimpin	54
Gambar IV.18	produk pemimpin.....	55
Gambar IV. 19	Form laporan barang masuk	56
Gambar IV. 20	Form laporan penjualan	56
Gambar IV.21	Form proses k-means	57
Gambar IV.22	Form laporan penjualan	57
Gambar IV.23	Form laporan penjualan	58
Gambar IV.24	Form grafik silhouette.....	58
Gambar IV.25	Form grafik produk.....	59
Gambar IV.26	form dashboard kasir.....	59

Gambar IV.27	Form hak akses	60
Gambar IV.28	Form data produk.....	60
Gambar IV.29	Form grafik produk.....	61
Gambar IV.30	Form transaksi	61
Gambar IV.31	Form laporan transaksi.....	62
Gambar IV.32	Form laporan barang masuk	62
Gambar V.1	Halaman Dashboard.....	64
Gambar V.2	Halaman Upload Dataset.....	64
Gambar V.3	Lanjut Normalisasi.....	65
Gambar V.4	Halaman Form-K.....	65
Gambar V.5	Halaman Hasil Clustering dan Evaluasi.....	66
Gambar V.6	Halaman Hasil Visualisasi.....	66
Gambar V.7	halaman hasil silhouette score	67
Gambar V.8	Halaman grafik silhouette score	67
Gambar V.9	halaman grafik clustering	68
Gambar V.10	halaman dashboard kasir	68
Gambar V.11	halaman hak akses	69
Gambar V.12	halaman data produk.....	69
Gambar V.13	tampilan barang masuk	70
Gambar V.14	tampilan transaksi	70
Gambar V.15	tampilan laporan transaksi.....	71
Gambar V.16	tampilan laporan barang masuk.....	71

DAFTAR PUSTAKA

- Alviano, M., Trimarsiah, Y., & Suryanto. (2023). Perancangan Aplikasi Penjualan Berbasis Web Pada Perusahaan Dagang Dendis Production Menggunakan Php Dan Mysql. *Jurnal Informatika Dan Komputer (Jik)*, 14(1), 37–44.
- Ananda, R. A. (2024). *Clustering Menggunakan Algoritma K-Means untuk Mengelompokan Data Perjudian Berdasarkan Wilayah di Kota Binjai (Studi Kasus : Pengadilan Negeri Binjai)*. 4.
- Ayu Binangkit, C. A., Voutama, A., & Heryana, N. (2023). Pemanfaatan Uml (Unified Modeling Language) Dalam Perencanaan Sistem Pengelolaan Sewa Alat Musik Berbasis Website. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(2), 1429–1436. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i2.6858>
- Budiman, I., Muliadi, & Rendi. (2021). Model Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Kualitas Air Sungainya Menggunakan Algoritma K-Means ++. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6(3 April 2021).
- Dbscan, K., & Hasan, Y. (2024). *Pengukuran Silhouette Score dan Davies-Bouldin Index pada Hasil Cluster*. 06(01), 60–74.
- Ery Hartati. (2022). Sistem Informasi Transaksi Gudang Berbasis Website Pada Cv. Asyura. *Klik - Jurnal Ilmu Komputer*, 3(1), 12–18. <https://doi.org/10.56869/klik.v3i1.323>
- Handoko, S., Fauziah, F., & Handayani, E. T. E. (2020). Implementasi Data Mining Untuk Menentukan Tingkat Penjualan Paket Data Telkomsel Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(1), 76–88. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i1.2677>
- Hardiana Said, N. H. M. H. N. I. (2022). Sistem Prediksi Kualitas Air Yang Dapat Dikonsumsi Dengan Menerapkan Algoritma K-Nearest Neighbor. *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer Dan Aplikasinya (SENAMIKA)*, April, 2962–6129.
- Hidayat, A., Yani, A., Rusidi, & Saadulloh. (2019). Membangun Website Sma Pgri Gunung Raya Ranau Menggunakan Php Dan Mysql. *JTIM: Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 2(2), 41–52.

- Hidayat, T. (2022). Klasifikasi Data Jamaah Umroh Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 4, 19–24. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v4i1.115>
- Noval, M., & Marleny, F. D. (2025). Implementasi Algoritma K-Means Untuk Analisis Pola Penjualan Pada Toko Monisa *JURNAL MEDIA INFORMATIKA [JUMIN]*. 6(3), 1996–2002.
- Novria Rahma, Budi Kurniawan, M. K., & Suryanto, M. K. (2022). Aplikasi Pemesanan Makanan Di Bebek dan Ayam Tekaeng Menggunakan Php dan Mysql. *Jurnal Informatika Dan Komputer (JIK)*, 13(No. 1), 15–26.
- Ragil Sabae, G., Hamidin, D., Kunci, K., & Informasi Rukun Warga dan Pelayanan Publik, S. (2023). Implementasi Algoritma Bubble Sort Dengan Menggunakan Metode Agile Pada Perancangan Aplikasi Sistem Layanan Informasi Rukun Warga. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(3), 110–116.
- Rizuan, R., Haerani, E., Jasril, J., & Oktavia, L. (2023). Penerapan Algoritma Mean-Shift Pada Clustering Penerimaan Bantuan Pangan Non Tunai. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(4), 1019–1027. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i4.3876>
- Sarkar, O., Ahamed, M. F., & Chowdhury, P. (2020). Forecasting Severity Analysis of COVID-19 Using Machine Learning Approach with Advanced Data Visualization. *ICCIT 2020 - 23rd International Conference on Computer and Information Technology, Proceedings, April 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICCIT51783.2020.9392704>
- Sifa, S. R., Shofa Shofiah Hilabi, Bayu Priyatna, & Agustia Hananto. (2025). Pengelompokan Penjualan Produk Dengan Menggunakan K-Means Clustering: Studi Kasus Analisis Penjualan Coffee Shop Oleh Kaggle.Com. *Jurnal Sistem Informasi (JUSIN)*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.32546/jusin.v6i1.3078>
- Siregar, H. A., Azlan, A., & Lumban Gaol, N. Y. (2023). Penerapan Data Mining Pada Penjualan Rumah Makan Kasih Ibu Menggunakan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, 2(5), 750. <https://doi.org/10.53513/jursi.v2i5.8955>

- Siska Narulita, Ahmad Nugroho, & M. Zakki Abdillah. (2024). Diagram Unified Modelling Language (UML) untuk Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SIMLITABMAS). *Bridge: Jurnal Publikasi Sistem Informasi Dan Telekomunikasi*, 2(3), 244–256. <https://doi.org/10.62951/bridge.v2i3.174>
- Tri, D., Purba, B., Tawaqal, H., Fachrudin, R., & Sinlae, F. (2024). *Design Database Pada Sistem Informasi Reservasi Hotel*. 2(2), 144–151.
- Untuk, D., Sebagian, M., & Guna, S. (2022). *Algoritma K-Means Untuk Memprediksi Stok*.
- Wijaya, C. A. V., & Azwir, H. H. (2020). Information System Development Using Microsoft Visual Studio to Speed Up Approved Sample Distribution Process. *JIE Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, 5(1), 14. <https://doi.org/10.33021/jie.v5i1.1268>

