

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

CLUSTERING KONDISI MESIN *BACK PRESSURE VESSEL* (BPV) MENGGUNAKAN METODE DBSCAN

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh

ABDUL RAHMAN

NIM. 12050117089



UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2025



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

CLUSTERING KONDISI MESIN BACK PRESSURE VESSEL (BPV) MENGGUNAKAN METODE DBSCAN

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
UIN SUSKA RIAU

TUGAS AKHIR

Oleh

Abdul Rahman

NIM. 12050117089

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 08 Januari 2025

Pembimbing I,

Dr. Lestari Handayani, S.T., M.Kom
NIP. 198111132007102003

Pembimbing II,

Fitri Insani, S.T., M.Kom
NIP. 198706032023212051



a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

**CLUSTERING KONDISI MESIN BACK PRESSURE
 VESSEL (BPV) MENGGUNAKAN METODE DBSCAN**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
 UIN SUSKA RIAU**

Oleh

Abdul Rahman
NIM. 12050117089

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
 sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
 pada Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Pekanbaru, 08 Januari 2025

Mengesahkan,

Dekan,

DE HARTONO, M.Pd
NIP. 196403011992031003

Ketua Jurusan,

IWAN ISKANDAR, S.T., M.T
NIP. 198212162015031003

DEWAN PENGUJI

- Ketua : Novriyanto, S.T., M.Sc.
- Pembimbing I : Dr. Lestari Handayani, S.T., M.Kom.
- Pembimbing II : Fitri Insani, S.T., M.Kom.
- Penguji I : Jasril, S.Si., M.Sc.
- Penguji II : Suwanto Sanjaya, S.T., M.Kom.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdul Rahman
NIM : 12050117089
Tempat/Tgl.Lahir : Kotabaru Seberida, 16 Januari 2000
Fakultas/Pascasarjana : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : **Clustering Kondsi Mesin Back Pressure Vessel (BPV)
Menggunakan Metode DBSCAN**

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan skripsi dengan judul sebagaimana tersebut diatas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu jurnal saya ini saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 14 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,



Abdul Rahman

NIM. 12050117089

LEMBAR PERSEMBAHAN

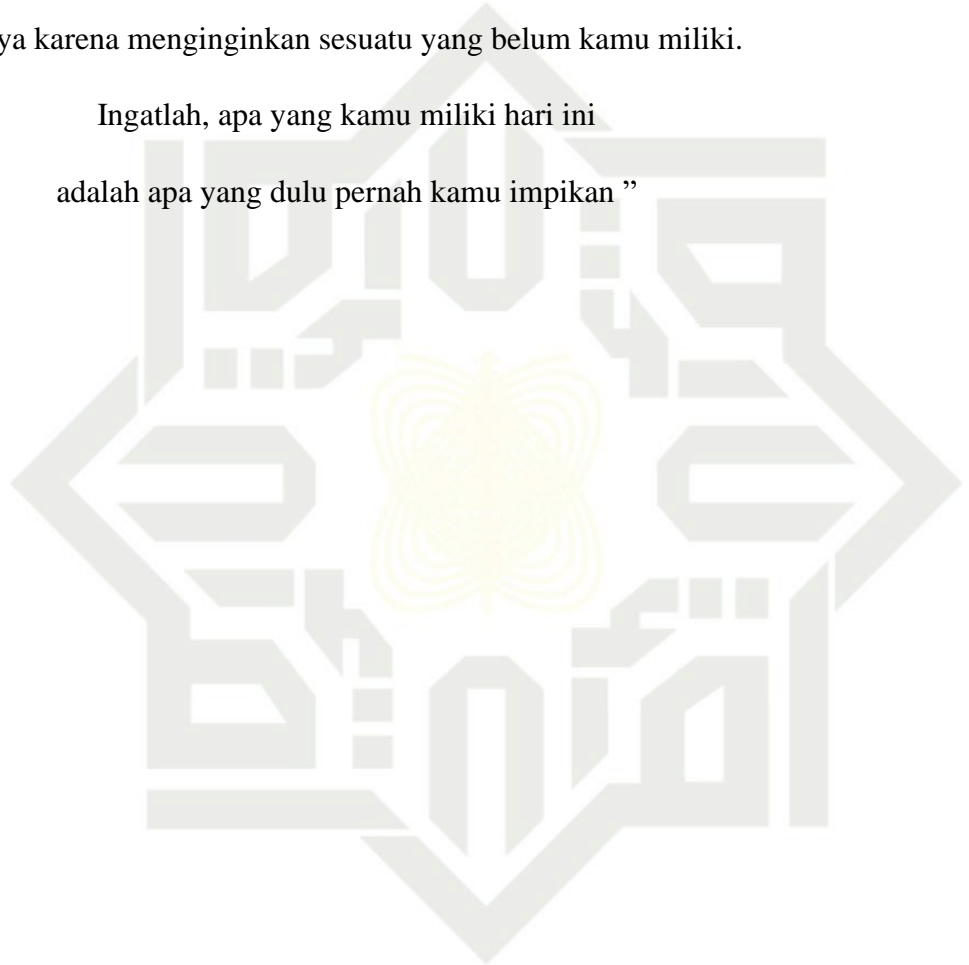
“ Tetaplah bersyukur dengan apa yang kamu dapatkan dan miliki hari ini.

Jangan mengorbankan kebahagiaanmu sekarang

hanya karena menginginkan sesuatu yang belum kamu miliki.

Ingatlah, apa yang kamu miliki hari ini

adalah apa yang dulu pernah kamu impikan ”



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ABSTRAK

Pada era Industri 4.0, pengelolaan mesin industri menghadapi tantangan dalam mendeteksi potensi masalah sebelum terjadi kegagalan operasional, terutama pada mesin Back Pressure Vessel (BPV) yang memiliki fluktuasi suhu dan tekanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengelompokkan kondisi mesin BPV menggunakan algoritma DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) serta menentukan jumlah kluster optimal menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI). Data berupa suhu, tekanan, dan waktu diperoleh secara real-time dari sistem monitoring pada 11 mesin BPV di PT. ABC. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, preprocessing menggunakan Min-Max Scaling, implementasi algoritma DBSCAN, dan evaluasi hasil clustering menggunakan DBI dengan skenario variasi parameter epsilon (0,1 hingga 1,0) dan min-samples (3, 5, dan 10). Hasil penelitian menunjukkan algoritma DBSCAN efektif mengidentifikasi pola operasional mesin pada PKS 07, menghasilkan lima kluster utama dengan parameter optimal epsilon 0,70, min-samples 5, dan nilai DBI sebesar 0,6663. Clustering pada 11 mesin BPV menunjukkan jumlah kluster optimal bervariasi, dengan modus sebanyak 2 kluster yang muncul pada tiga mesin, mengindikasikan pola tekanan dan suhu yang mencerminkan kondisi normal, beban ringan, hingga tidak aktif. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, meminimalkan downtime, serta menjadi dasar pengembangan metode prediksi kerusakan mesin.

Kata kunci: Back Pressure Vessel, Clustering, DBSCAN, Davies-Bouldin Index

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ABSTRACT

In the era of Industry 4.0, managing industrial machines faces challenges in detecting potential issues before operational failures occur, particularly with Back Pressure Vessel (BPV) machines that exhibit fluctuations in temperature and pressure. This study aims to analyze and cluster the operational conditions of BPV machines using the DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) algorithm and determine the optimal number of clusters using the Davies-Bouldin Index (DBI). The data, consisting of temperature, pressure, and time, was collected in real-time from the monitoring systems of 11 BPV machines at PT. ABC. The research methodology included data collection, preprocessing using Min-Max Scaling, implementation of the DBSCAN algorithm, and clustering evaluation using DBI, with scenario variations of epsilon parameters (0.1 to 1.0) and min-samples (3, 5, and 10). The results indicate that the DBSCAN algorithm effectively identified operational patterns in PKS 07, forming five main clusters with optimal parameters of epsilon 0.70, min-samples 5, and a DBI value of 0.6663. Clustering for the 11 BPV machines revealed varying optimal cluster counts, with a mode of two clusters appearing in three machines, reflecting pressure and temperature patterns that indicate normal conditions, light loads, and inactive states. This study is expected to enhance operational efficiency, minimize downtime, and serve as a basis for developing machine failure prediction methods.

Keywords: Back Pressure Vessel, Clustering, DBSCAN, Davies-Bouldin Index



KATA PENGANTAR

Assalammu 'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.

Athamdulillahi robbil'alamin, tak henti-hentinya kami ucapkan kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*, yang dengan rahmat dan hidayah-Nya kami mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tidak lupa bershalawat kepada Nabi dan Rasul-Nya, Nabi Muhammad *Sholallohu 'alaihi wa salam*, yang telah membimbing kita sebagai umatnya menuju jalan kebaikan.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Banyak sekali pihak yang telah membantu kami dalam penyusunan laporan ini, baik berupa bantuan materi ataupun berupa motivasi dan dukungan kepada kami. Semua itu tentu terlalu banyak bagi kami untuk membalasnya, namun pada kesempatan ini kami hanya dapat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Khairunnas Rajab, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.P selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Iwan Iskandar, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan selama kuliah dan Menyusun Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Lestari Handayani, ST., M. Kom selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan selama kuliah dan Menyusun Tugas Akhir.
5. Ibu Fitri Insani, ST., M.Kom selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan selama kuliah dan Menyusun Tugas Akhir.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

6. Bapak Jasril, S.Si , M.Sc selaku Penguji I Tugas Akhir yang telah bersedia menjadi penguji sekaligus memberikan kritik dan sarannya.
7. Bapak Suwanto Sanjaya, ST, M.Kom selaku Penguji II Tugas Akhir yang telah bersedia menjadi penguji sekaligus memberikan kritik dan sarannya.
8. Ibu Fadhilah Syafria, S.T., M.Kom selaku Koordinator Tugas Akhir, yang telah membantu dalam pengurusan Tugas Akhir.
9. Kepada kedua orang tua saya, Bapak Amir Daus dan Ibu Nurhayati yang telah mengorbankan waktu, tenaga, dan uang untuk membiayai saya dari awal Sekolah Dasar (SD) hingga ke Perguruan Tinggi, dan selalu mendoakan saya sehingga dapat mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini.
10. Untuk keluarga saya, terutama kakak saya Maryanti dan adik saya Fahri Riski Saputra yang selalu memberikan semangat dan motivasi yang tiada hentinya baik nasehat, masukan, dan arahan dalam setiap langkah saya dalam hidup saya.
11. Teman-Teman seperjuangan kelas B Angkatan 2020 yang telah mendukung dan bekerja sama baik dalam perkuliahan dan lainnya.
12. Seluruh pihak yang belum kami cantumkan, terima kasih atas dukungannya, baik material maupun spiritual.

Kami menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Akhirnya kami berharap semoga laporan ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.

Pekanbaru, 08 Januari 2025

Penulis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin BPV (Back Pressure Vessel	5
2.2 <i>Data Mining</i>	6
2.3 Metode <i>Clustering</i>	9
2.4 Algoritma DBSCAN	10
	x



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5	Davies-Bouldin Index.....	13
2.6	Penelitian Terdahulu.....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Studi Pustaka	22
3.2	Perumusan Masalah.....	22
3.3	Pengumpulan Data	22
3.4	Proses KDD	23
3.5	Evaluasi Clustering.....	25
BAB 4 PEMBAHASAN.....		26
4.1	Hasil dan Pembahasan	26
4.1.1	Pengumpulan Data	26
4.1.2	Preprocessing Data.....	28
4.1.3	Penerapan Algoritma DBSCAN dan Evaluasi DBI.....	29
BAB 5 KESIMPULAN.....		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN.....		48

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 BPV HORIZONTAL.....	5
GAMBAR 2. 2 JENIS POINT	11
GAMBAR 2. 3 <i>DENSITY REACHABILITY DAN DENSITY CONNECTIVITY</i> ...	12
GAMBAR 3. 1 BAGAN METODOLOGI PENELITIAN	21
GAMBAR 3. 2 DATA BPV PADA PKS 07	23
GAMBAR 4. 1 HASIL <i>CLUSTERING</i> DBSCAN DENGAN PARAMETER OPTIMAL	38
GAMBAR 4. 2 HASIL EEVALUASI DBSCAN DENGAN DBI.....	39
GAMBAR 4. 3 DBI UNTUK BERBAGAI KOMBINASI <i>EPSILON</i> DAN <i>MIN- SAMPLES</i>	39

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

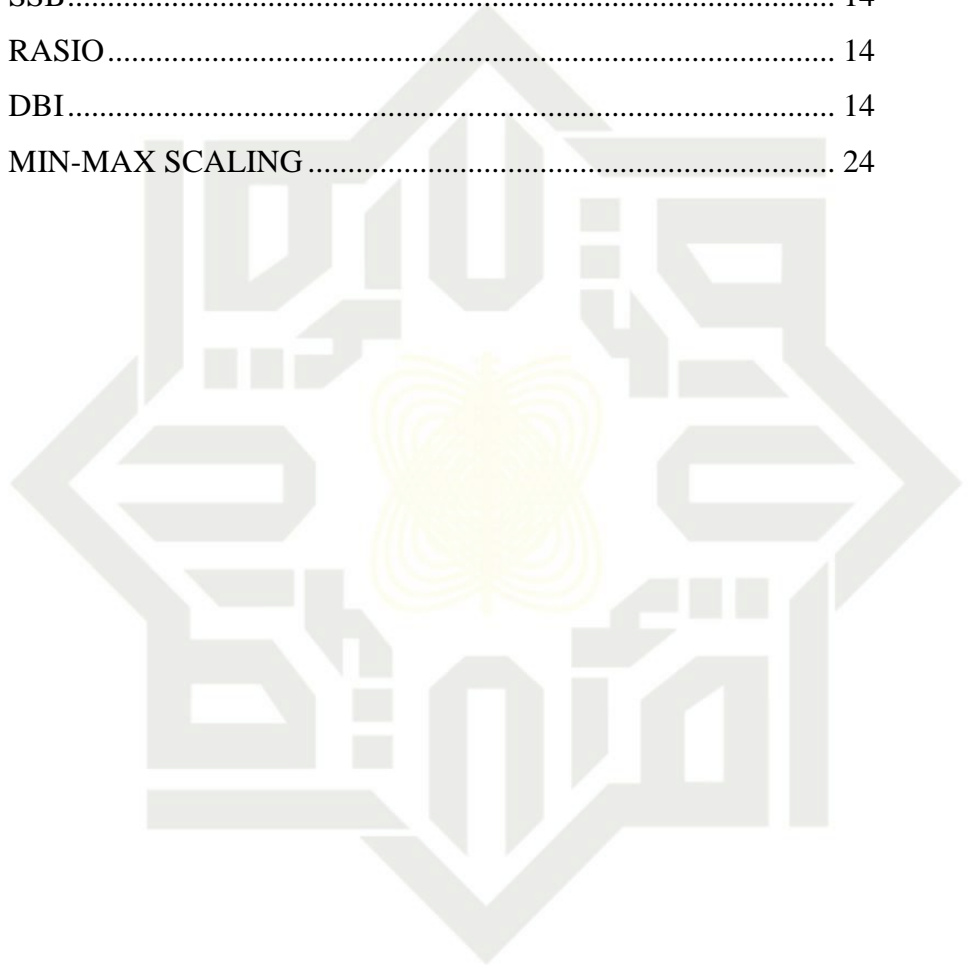
TABEL 4. 1 DATASET MESIN BPV PKS 07	27
TABEL 4. 2 DATA AWAL SEBELUM DI NORMALISASI MENGGUNAKAN <i>MIN-MAX SCALLING</i>	28
TABEL 4. 3 SETELAH DATA DI NORMALISASI MENGGUNAKAN <i>MIN- MAX SCALLING</i>	29
TABEL 4. 4 MATRIKS JARAK <i>EUCLIDEAN</i> ANTAR POIN.....	30
TABEL 4. 5 RENTANG NILAI SETIAP CLUSTER YANG TERBENTUK	40
TABEL 4. 6 HASIL CLUSTER OPTIMAL SELURUH PABRIK KELAPA SAWIT (PKS) DAN MESIN	41

DAFTAR RUMUS

(2.1) RUMUS EUCLIDEAN DISTANCE	12
(2.2) RUMUS SSW	13
(2.3) RUMUS SSB	14
(2.4) RUMUS RASIO	14
(2.5) RUMUS DBI	14
(3.1) RUMUS MIN-MAX SCALING	24

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era industri 4.0, teknologi digital dan kecerdasan buatan berperan besar dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor industri. Salah satu aspek penting dari revolusi ini adalah penggunaan teknologi untuk pemantauan dan pemeliharaan mesin secara cerdas, yang bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja industri dan mengurangi resiko kerusakan alat. Identifikasi komponen bermasalah pada mesin menjadi langkah penting, karena ketika masalah ditemukan, perbaikan atau penggantian komponen diperlukan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tarigan dkk, kegagalan mendeteksi kerusakan komponen selama proses produksi dapat mempengaruhi kinerja mesin dan bahkan merusak komponen lain yang saling berhubungan (Tarigan et al., 2019).

BPV (*Back Pressure Vessel*) adalah komponen esensial dalam berbagai sistem industri, khususnya di sektor minyak dan gas. Kondisi operasional mesin-mesin ini perlu diawasi dengan ketat untuk menjaga efisiensi dan mencegah kerusakan yang bisa menyebabkan berhentinya produksi atau bahkan menimbulkan resiko kecelakaan kerja. Adapun bejana tekan terdiri dari beberapa komponen atau bagian utama yaitu: dinding (*shell*), kepala bejana (*head*), lubang sebagai akses manusia untuk mempermudah proses pemeliharaan (*manhole*), *nozzle*, dudukan penyangga (*support*) dan aksesoris lainnya sebagai alat pendukung dari dalam maupun luar. Bagian *head* dan *shell* merupakan bagian yang paling banyak mengalami tekanan sehingga penentuan ketebalan plat, jenis material, dan analisa tegangan yang diterima perlu dilakukan untuk memastikan keselamatan dan keamanan dari *pressure vessel* itu sendiri, dan kerugian yang lebih besar tidak terjadi (Arta Lubis et al., 2021). Namun, metode pemeliharaan tradisional yang bersifat preventif sering kali tidak efisien, karena tidak bisa mengidentifikasi potensi masalah sebelum terjadi kegagalan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Industri 4.0 menawarkan berbagai solusi untuk *predictive maintenance* yang memanfaatkan pendekatan berbasis data dan algoritma kecerdasan buatan (AI). Pendekatan berbasis data kini menjadi salah satu solusi utama dalam memitigasi tantangan pemeliharaan tradisional yang tidak efisien. Dengan adanya sensor cerdas yang terpasang pada mesin, data kondisi operasional dapat dikumpulkan secara terus-menerus dan data ini dapat dianalisis untuk mendeteksi perubahan atau menemukan pola-pola abnormalitas yang menunjukkan kemungkinan tanda-tanda keausan atau potensi kerusakan mesin. Teknologi ini memungkinkan identifikasi masalah lebih awal sebelum berkembang menjadi kerusakan besar yang dapat menghentikan operasi mesin. Keuntungan utama dari pendekatan ini adalah penghematan biaya dan waktu, karena pemeliharaan dapat dilakukan hanya ketika diperlukan, bukan berdasarkan jadwal rutin yang mungkin tidak selalu tepat. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam analisis ini adalah algoritma *clustering*, yang mengelompokkan data kondisi mesin berdasarkan seberapa mirip mereka. (Lourensius et al., 2023).

Clustering data telah menjadi teknik yang sering digunakan dalam analisis kondisi mesin dalam beberapa dekade terakhir, karena mampu mengelompokkan data operasional berdasarkan kemiripan karakteristik tanpa memerlukan label. Teknik ini penting untuk pemantauan kesehatan mesin dan deteksi dini potensi kerusakan, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan perawatan preventif atau prediktif. Salah satu algoritma yang menonjol dalam teknik clustering ini adalah *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN), yang terkenal karena kemampuannya dalam mengidentifikasi cluster dengan kepadatan tinggi secara efisien (Sujadmiko, 2019). Berbeda dengan metode clustering lain seperti k-means, DBSCAN tidak memerlukan jumlah cluster yang telah ditentukan sebelumnya dan mampu mengatasi bentuk cluster yang tidak berbentuk bulat.

Keunggulan DBSCAN terletak pada kemampuannya dalam mengabaikan data yang tidak relevan atau noise, yang sering kali muncul dalam data industri yang bersifat kompleks dan bervariasi (Nurina Sari et al., 2019). Hal ini sangat penting

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dalam pemantauan kondisi mesin, di mana data sensor yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh fluktuasi lingkungan atau gangguan kecil lainnya yang tidak signifikan namun mengganggu. Dengan kemampuan tersebut, DBSCAN menjadi pilihan yang sangat cocok untuk mendeteksi kondisi anomali dalam sistem mesin, terutama di industri yang mengandalkan data operasional dari berbagai jenis sensor untuk memonitor performa peralatan.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas DBSCAN dalam mendeteksi anomali di berbagai aplikasi industri. Misalnya, (Bagherzade Ghazvini et al., 2021) berhasil mengidentifikasi anomali dalam data sensor yang kompleks menggunakan DBSCAN pada mesin turbin gas, di mana metode ini berhasil mengelompokkan data operasional menjadi beberapa cluster yang representatif untuk berbagai kondisi mesin. Selain itu, studi oleh (Fadlilah, 2022) tentang “identifikasi anomali data akademik menggunakan DBSCAN *outlier detection*” juga menunjukkan bahwa DBSCAN mampu mengidentifikasi anomali secara baik. Baik itu nilai anomali yang tinggi ataupun anomali yang rendah. Dan pada dataset ini di simpulkan bahwa DBSCAN juga bisa tidak mempresentasikan data spasial.

Dalam konteks pemantauan mesin BPV, penggunaan DBSCAN menjadi solusi yang potensial untuk mengidentifikasi kondisi mesin yang beragam, seperti kondisi normal, keausan, atau bahkan kerusakan total, dengan lebih akurat dan efisien. Penggunaan teknologi ini sejalan dengan visi industri 4.0 untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan produktivitas operasional di sektor industri dengan memanfaatkan kecerdasan buatan dan analisis data. Hasil pemantauan ini dapat membantu tim teknis dalam mengambil tindakan pencegahan sebelum kerusakan lebih lanjut terjadi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka diperoleh rumusan masalah yaitu Bagaimana menerapkan teknik *Clustering*, khususnya metode DBSCAN untuk menganalisis dan mengelompokkan data kondisi mesin *Back Pressure Vessel* (BPV) secara efektif guna pemeliharaan dan pengelolaan mesin”.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada laporan kerja praktik ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. ABC
2. Data diperoleh dari 11 PKS dengan setiap PKS memiliki 1 mesin *Beck Pressure Vessel*, sehingga jumlah mesin adalah sebanyak 11 mesin.
3. Analisis data yang mencakup parameter-parameter yaitu *pressure*, *temperature* dan *time*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini akan diuraikan sebagai berikut:

1. Melakukan *clustering* kondisi mesin *Back Pressure Vessel* menggunakan metode DBSCAN.
2. Menentukan Jumlah *cluster* yang optimal berdasarkan evaluasi model dan kualitas hasil *clustering*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat proposal penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dengan menentukan jumlah *cluster* yang baik dan optimal pada mesin *back pressure vessel*, yang dapat digunakan sebagai acuan dalam kebijakan dan perawatan mesin, yang pada akhirnya berkontribusi pada penghematan biaya perawatan dan menghindari *downtime* pada mesin.
2. Hasil dari penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan metode prediksi kerusakan mesin serta peningkatan efisiensi operasional, khususnya mesin *Back Pressure Vessel* (BPV).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Mesin BPV (Back Pressure Vessel)

BPV (*Back Pressure Vessel*) adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai bejana penampung sekaligus pendistribusi uap ke berbagai perangkat yang memerlukan uap dalam operasinya. Selain berfungsi sebagai media penyimpanan dan distribusi, BPV juga berperan sebagai pengatur aliran uap yang masuk dan keluar. Alat ini merupakan bejana tekan yang dibuat dari material yang mampu menahan tekanan (Harahap, 2022).

Menurut Effendi dkk, *Back Pressure Vessel* berfungsi sebagai bejana bertekanan untuk menyimpan dan mendistribusikan uap bertekanan rendah ke instalasi pengolahan di pabrik kelapa sawit (PKS) yang membutuhkan uap untuk mendukung operasi pengolahannya. Uap yang tersisa dari BPV kemudian dialirkan ke berbagai stasiun proses produksi, seperti *sterilizer*, *shutter*, tangki pencairan air panas (*hot water dilution tank*), *nuclear silo dryer*, tangki minyak mentah (*crude oil tank*), tangki kontinu (*continuous tank*), dan tangki penyimpanan lainnya. (Effendi et al., 2024).



Gambar 2. 1 BPV Horizontal

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dalam klasifikasinya BPV dibagi menjadi 3 tipe sebagai berikut :

1. BPV Horizontal
2. BPV Vertikal
3. BPV bola

Bejana tekan horizontal digunakan apabila tersedia area yang cukup luas yang dikarenakan bentuk dari bejana tersebut berposisi horizontal. Sedangkan bejana tekan vertical digunakan apabila terdapat area yang tidak terlalu luas seperti bejana tekan horizontal, biasanya digunakan di area yang sempit. Bejana tekan bola digunakan pada tempat yang memiliki fluktuasi temperature tinggi untuk mengantisipasi efek-efek perpindahan panas (Harahap, 2022).

Bejana tekan memiliki beberapa komponen utama, yaitu bagian dinding (shell), kepala bejana (*head*), lubang akses (*manhole*) untuk memudahkan proses perawatan, *nozzle*, penyangga (*support*), serta berbagai aksesoris lain yang berfungsi sebagai pendukung dari dalam maupun luar. Bagian *shell* dan *head* merupakan komponen yang paling sering terkena tekanan tinggi, sehingga diperlukan perhitungan terhadap ketebalan plat, jenis material, serta analisis tegangan yang diterima. Hal ini dilakukan untuk memastikan bejana tekan aman dan layak digunakan, sekaligus menghindari risiko kerugian.

2.2 Data Mining

Data mining merupakan suatu proses untuk menemukan pola, korelasi, dan tren terbaru yang sedang berkembang serta memiliki makna, dengan memilah data dalam jumlah yang cukup besar yang tersimpan di dalam repository (Nabila et al., 2021). Menurut (Mardi, 2018) *Data Mining* merupakan proses yang menggunakan teknik matematika, kecerdasan buatan, statistik, dan machine learning untuk mengidentifikasi informasi yang bermanfaat. *Data mining* sering digunakan untuk menemukan pengetahuan yang tersembunyi dalam sebuah database. Tujuan utama dari *data mining* adalah untuk menggali, menambang, dan menemukan pengetahuan dari data yang telah didapat. Menurut (- AMIK BSI Yogyakarta, 2018) jenis-jenis *data mining* terbagi menjadi 6 bagian berdasarkan fungsinya, yaitu:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. *Description* (Deskripsi)

Deskripsi data berfungsi untuk memberikan gambaran singkat tentang kumpulan data yang beragam. Beberapa metode yang digunakan dalam proses deskripsi data antara lain adalah *Neural Network*, *Decision Tree* dan *Exploratory Data Analysis*.

2. *Estimation* (Estimasi)

Estimasi adalah proses melakukan perkiraan nilai yang belum diketahui, seperti memperkirakan pendapatan seseorang berdasarkan data yang tersedia tentang orang tersebut. Beberapa metode estimasi yang umum digunakan yaitu *Multiple Regression*, *Simple Linear Regression*, *Confidence Interval Estimations*, *Point Estimation* dan *Correlation*.

3. *Prediction* (Prediksi)

Prediksi adalah proses melakukan perkiraan nilai di masa yang akan datang berdasarkan nilai sebelumnya, seperti memperkirakan stok barang untuk satu tahun ke depan berdasarkan data stok saat ini. Beberapa metode yang umum digunakan dalam prediksi adalah *Decision Tree*, *Neural Network* dan *K-Nearest Neighbor*.

4. *Classification* (Klasifikasi)

Klasifikasi adalah proses untuk memprediksi label atau kelas dari data baru yang belum diketahui labelnya, berdasarkan pada contoh data yang sudah memiliki label. Proses ini mencoba untuk menemukan pola atau kemiripan antara data baru dengan data yang telah diberi label sebelumnya. Beberapa metode yang umum digunakan dalam klasifikasi yaitu *Naïve Bayes*, *Neural Network*, *K-Neares Neighbor* dan *Decision Tree*.

5. *Clustering* (Pengelompokan)

Clustering adalah proses pengelompokan data berdasarkan kesamaan atau karakteristik tertentu tanpa adanya data contoh yang diberi label sebelumnya. Berbeda dengan klasifikasi, pada clustering tidak ada informasi label yang digunakan sebagai panduan dalam pembentukan kelompok. Beberapa metode yang umum digunakan dalam clustering adalah *Self Organizing Map (SOM)*, *Dbscan*, *Hierarchical Clustering* dan *KMeans*.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

6 Association (Asosiasi)

Istilah lain untuk asosiasi adalah analisis keranjang pasar. Asosiasi memiliki tujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan produk yang akan dibeli konsumen secara bersamaan dengan produk lainnya. Beberapa metode yang umum digunakan dalam analisis asosiasi adalah *Generalized Sequential Pattern* (GSP), *FP-Growth*, *Apriori* dan *GRI algorithm*.

Menurut (Kharis & Zili, 2022) proses Knowledge Discovery in Databases (KDD) adalah sebuah pendekatan yang digunakan untuk menemukan pola-pola yang bermanfaat, baru, dan dapat dimengerti dari data. Data mining merupakan salah satu langkah dalam proses KDD. Proses KDD secara garis besar meliputi beberapa tahapan, antara lain:

- a. Data *Integration* (Integrasi data), data akan mengalami proses penggabungan atau penyatuan dua atau lebih data dengan format yang sama.
- b. Data *Cleaning* (Pembersihan data), data yang ada akan mengalami pembersihan terhadap data yang tidak diperlukan atau mungkin bernilai null.
- c. Data *Transformation* (Transformasi data), yaitu mengubah data agar sesuai dengan hasil data mining yang diinginkan.
- d. Data *Selection* (Pemilihan data), data akan diseleksi dengan memilih atribut apa yang diinginkan. Jadi, pada tahap ini akan dilakukan penyeleksian data-data yang relevan dengan apa yang diinginkan.
- e. Data *Mining* (Penggalian data), yaitu memilih algoritma yang sesuai. Beberapa algoritma yang bisa digunakan adalah klasifikasi, *clustering*, dan asosiasi.
- f. *Pattern Evaluation* (Evaluasi pola), yaitu evaluasi pola sehingga bisa diketahui berapa persen data yang diperoleh dapat dipercaya.
- g. Knowledge presentation (Penyajian pengetahuan), Pada tahap ini, diperoleh pengetahuan (*knowledge*). Jika masih terdapat kesalahan atau kekeliruan (error) dalam proses menuju pengetahuan tersebut, maka akan dilakukan pengulangan pada tahap yang menjadi sumber kesalahan.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menurut (Utomo & Mesran, 2020), baik data mining maupun Knowledge Discovery in Databases (KDD) memiliki tujuan yang sama, yaitu menggunakan data yang tersedia dalam database untuk memperoleh informasi baru yang bermanfaat. Proses pengolahan data dilakukan untuk menemukan pola-pola, relasi, atau informasi penting lainnya yang mungkin tidak terlihat secara langsung dari data mentah. Dengan demikian, baik data mining maupun KDD bertujuan untuk menggali pengetahuan baru dari data yang ada guna mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik.

2.3 Metode Clustering

Metode *clustering* data adalah proses pengolahan data yang bertujuan untuk mengelompokkan sekumpulan data tanpa atribut kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Proses ini bersifat *unsupervised*, yang berarti tidak ada arahan atau label kelas yang digunakan dalam proses pengelompokan data. Karakteristik dari setiap kluster ditentukan berdasarkan tingkat kemiripan atribut-atribut dari data dalam kelompok atau kluster tersebut (Santoso, 2017). Melakukan analisis terhadap data menggunakan metode *clustering* sangat membantu dalam pembentukan partisi-partisi yang berguna untuk mengolah data yang besar menjadi komponen-komponen yang lebih kecil. Hal ini memungkinkan data disederhanakan berdasarkan pada setiap objeknya. Objek dalam satu kluster memiliki kemiripan karakteristik antara satu sama lain, tetapi berbeda dengan objek dalam kluster lainnya.

Metode *clustering* memiliki berbagai manfaat dalam melakukan analisis dan prediksi data. Biasanya, metode clustering digunakan dalam berbagai bidang seperti *Business Intelligence*, pengenalan pola citra, biologi, pencarian web, dan keamanan web (*security*) (Sujatmiko, 2023). Menurut (Defiyanti, 2017) clustering atau klasterisasi merupakan salah satu alat bantu pada data mining yang bertujuan untuk mengelompokkan objek-objek data ke dalam cluster berdasarkan tingkat kemiripan di antara mereka. Prinsip utama dari klasterisasi adalah memaksimalkan kesamaan antara objek dalam satu kluster dan memaksimalkan perbedaan dengan kluster lainnya. Objek-objek yang dikelompokkan biasanya memiliki kesamaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

berdasarkan nilai-nilai atribut yang mendefinisikan objek data tersebut. Objek data sering kali direpresentasikan sebagai titik-titik dalam ruang multidimensi.

2.4 Algoritma DBSCAN

Algoritma merupakan sebuah sistem kerja komputer yang tersusun secara sistematis dan logis dengan tujuan untuk memecahkan masalah yang sedang terjadi atau mencapai tujuan tertentu (Maulana, 2017). Algoritma umumnya digunakan untuk melakukan inferensi otomatis, perhitungan, dan pengolahan data pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu sesuai kebutuhan. Tujuan dari algoritma ini adalah untuk memecahkan masalah dengan langkah-langkah yang logis dan terurut. Dengan kata lain, algoritma memberikan panduan atau instruksi kepada komputer untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu dengan cara yang sistematis dan terstruktur (Harjanto et al., 2021).

Algoritma DBSCAN (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*) adalah salah satu algoritma yang digunakan untuk pengelompokan data berbasis kerapatan (Santoso, 2017). Algoritma ini populer dan sering dijadikan pilihan dalam literature ilmiah. DBSCAN merupakan metode pengelompokan berbasis kepadatan yang membangun kluster berdasarkan densitas yang terkoneksi (Setiawan & Setianingsih, 2021). Kelebihan dan kekurangan dari algoritma DBSCAN dapat dijelaskan sebagai berikut (Herdiani & Asror, 2019), yaitu :

1. Kelebihan algoritma DBSCAN diantaranya:

- a. Dapat memperoleh kluster dengan akurat dari data yang tidak terstruktur jika dibandingkan dengan *partitional clustering*.
- b. Mampu menangani *outlier* atau *noise* dalam data.
- c. Sangat efisien untuk *dataset* dengan jumlah yang sangat besar.

2. Kekurangan algoritma DBSCAN diantaranya:

- a. Kurang efektif pada *dataset* berdimensi tinggi, sehingga hasilnya bisa kurang maksimal.
- b. Menghadapi permasalahan saat mengidentifikasi kluster dari kepadatan yang bervariasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

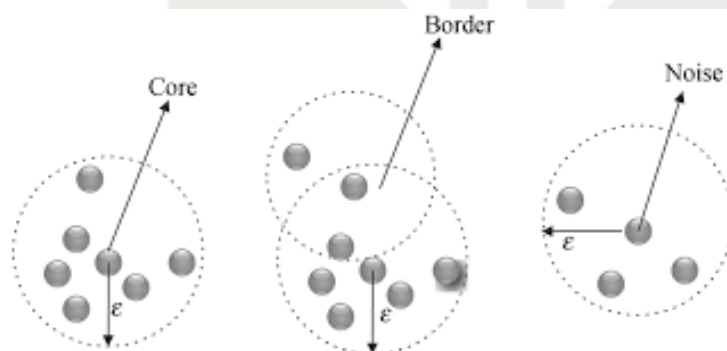
- c. Tidak dapat membentuk fungsi kepadatan yang sebenarnya, tetapi lebih cenderung pada titik-titik kepadatan yang saling terhubung dan membentuk *graf*.

Menurut (Isnarwaty & Irhamah, 2020) algoritma DBSCAN memiliki dua parameter penting yang harus ditentukan:

- 1) Radius (Eps): Merupakan ukuran jarak maksimum antara dua titik yang masih dianggap berada dalam satu kluster. Titik-titik yang berjarak lebih kecil dari Eps akan dianggap saling terhubung dalam satu kluster.
- 2) Minimum Points (MinPts): Merupakan jumlah minimum titik yang diperlukan dalam suatu kluster. Sebuah kluster akan terbentuk jika terdapat setidaknya MinPts titik di dalam radius Eps.

Selain itu, terdapat tiga komponen atau istilah yang penting dalam algoritma DBSCAN:

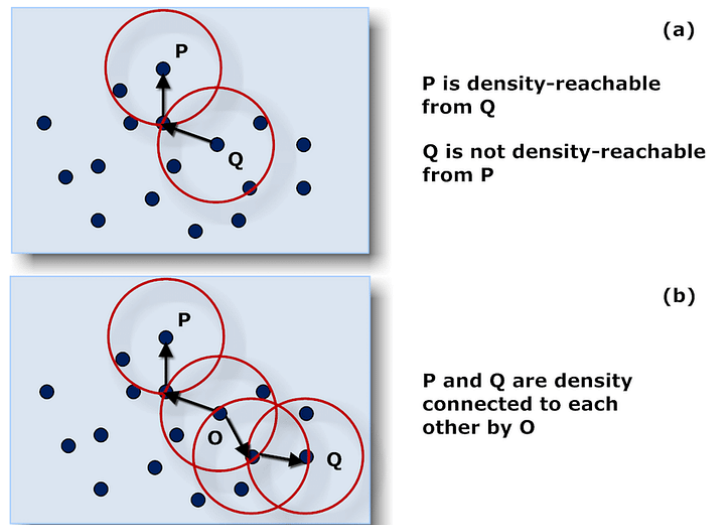
- 1) *Noise Point* : titik terluar dari density atau (Eps) atau titik data yang bukan merupakan *core point* atau *border point*.
- 2) *Border Point* : titik perbatasan memiliki kurang dari MinPts dalam Eps, tetapi masih dalam lingkungan titik inti.
- 3) *Core Point* : Point atau titik yang berada di interior *cluster* atau setidaknya 'MinPts' dalam jarak 'Eps'



Gambar 2. 2 Jenis point

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 3 Density Reachability dan Density Connectivity

- Density Reachability : Sebuah titik yang dapat dijangkau dari yang lain jika terletak dalam jarak tertentu (eps) darinya, yang menunjukkan seberapa padat sebuah cluster dapat dijangkau.
- Konektivitas Kepadatan: DBSCAN melibatkan pendekatan rantai berbasis transitivitas untuk menentukan apakah titik-titik terletak di kluster tertentu. Misalnya, titik a dan d dapat dihubungkan jika a-> b-> c-> d, di mana p-> q berarti q berada di sekitar p.

Menurut (Adha et al., 2021) secara umum algoritma DBSCAN memiliki 5 langkah yaitu:

- a. Tentukan parameter Eps dan MinPts.
- b. Tentukan titik awal p secara random.
- c. Lakukan perhitungan jarak p dengan seluruh titik yang lain. Perhitungan jarak dengan rumus Euclidean Distance sebagai berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (2.1) \text{ Rumus Euclidean Distance}$$

- d. Ambil semua titik yang density reachable dari p yang memenuhi Eps dan MinPts. Jika p adalah core point maka cluster terpenuhi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ulangi langkah 3 dan 4 sampai semua poin telah diproses. Jika p adalah border point dan tidak ada yang memiliki hubungan density-reachable dengan p maka selanjutnya akan memasuki titik lainnya dalam database

2.5 Davies-Bouldin Index

Davies Bouldin Index dapat digunakan untuk menentukan jumlah kluster dengan nilai terbaik dengan memiliki sebuah tujuan untuk memaksimalkan jarak antar kluster satu dengan jarak kluster yang lainnya dengan waktu yang sama untuk meminimalkan jarak antar kluster (Badruttamam & Asih Maruddani, 2020). Untuk mendapatkan hasil *clustering* yang baik, jarak *inter-cluster* harus tinggi dan jarak *intra-cluster* harus rendah, sehingga dapat ditemukan hasil kluster terbaik karena nilai DBI yang lebih rendah. Menurut (Septiani et al., 2022) ada 4 tahapan dalam menghitung DBI antara lain yaitu:

1. Untuk menghitung SSW (*Sum Of Square Within Cluster*) ialah dengan keterikatan anggota satu *cluster* atau seberapa mirip antara anggota satu dan dua dan semakin kecil, maka semakin bagus dikarenakan semakin mirip. SSW dihitung untuk mengetahui matrik/ kohesi/ homogenitas. Kohesi merupakan keterikatan anggota *cluster* dalam satu *cluster*.

$$SSW_i = \frac{1}{m_i} \sum_j^{m_i} d(x_j, c_i) \quad (2.2) \text{ Rumus SSW}$$

Keterangan :

- m_i : Jumlah data dalam *cluster* ke- i
- $d(x, c)$: Jarak data ke *centroid*
- x_j : Data pada *cluster* tersebut
- x_i : *centroid cluster* ke- i

2. Untuk menghitung SSB (*Sum Of Square Between Cluster*) adalah jarak antar cluster cukup besar sehingga terpisah ke dalam kelompok lain. Tujuan SSB adalah untuk mengetahui heterogenitas/separasi. Separasi adalah perbedaan antara satu cluster dengan cluster lainnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$SSB_{ij} = (x_i, c_j) \quad (2.3) \text{ Rumus SSB}$$

Keterangan :

- c_i : Cluster 1
- c_j : Cluster lainnya
- $d(c_i, c_j)$: Jarak antar *centroid* satu dengan lainnya

3. Untuk menghitung rasio yang berfungsi untuk dapat mengetahui seberapa bagus nilai perbandingan cluster satu dengan yang lainnya. Jumlah kohesi harus kecil sedangkan jumlah separasi harus lebih besar.

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{ij}} \quad (2.4) \text{ Rumus Rasio}$$

Keterangan :

- $R_{i,j}$: Rasio antar *cluster*
- SSW_i : Cluster 1
- SSW_j : Cluster 2
- $SSB_{i,j}$: Separasi dari *cluster* 1 dan 2

4. Menghitung DBI, Faktanya jika hasil dari perhitungan DBI yang di dapatkan semakin kecil mendekati nol akan tetapi tidak negative (non – negatif ≥ 0), maka nilai hasil clustering semakin baik.

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} R_{ij} \quad (2.5) \text{ Rumus DBI}$$

Keterangan:

- K : Klaster yang ada
- R_{ij} : Rasio antara klaster i dan j
- max : Dicari rasio antara klaster yang terbesar

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh (Pri Indini et al., 2022) berjudul "Implementasi Algoritma DBSCAN untuk Clustering Seleksi Penentuan Mahasiswa yang Berhak Menerima

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

Beasiswa Yayasan". Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Data Mining, khususnya algoritma DBSCAN, yang digunakan untuk menganalisis data mahasiswa yang akan mengikuti seleksi calon penerima beasiswa yayasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DBSCAN mampu mengelompokkan data mahasiswa dengan baik, memudahkan proses seleksi, dan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah metode DBSCAN dapat digunakan secara efektif dalam proses clustering untuk seleksi mahasiswa penerima beasiswa dengan data yang lebih besar, sehingga memperoleh hasil yang lebih akurat dan tepat.

Penelitian yang berjudul "Implementasi Metode Clustering DBSCAN pada Proses Pengambilan Keputusan" yang dilakukan oleh (Devi et al., 2015) menggunakan metode DBSCAN dalam proses pengelompokan data. DBSCAN dipilih karena efisien dalam menentukan cluster pada data dengan kepadatan yang berbeda. Penelitian ini melibatkan segmentasi pelanggan di sebuah bank dengan membandingkan tiga algoritma clustering, yaitu DBSCAN, K-Means, dan *Two-phase Clustering*, dalam data *high dimensionality* dengan *noise*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DBSCAN mampu mengelompokkan pelanggan ke dalam tiga grup yang berbeda. Dengan demikian, DBSCAN dapat dijadikan pilihan metode clustering yang efektif dalam proses segmentasi pelanggan.

Penelitian ini dilakukan oleh (Anggara et al., 2022) berjudul "Implementasi Algoritma DBSCAN Dalam Mengelompokkan Data Pasien Terdiagnosa Penyakit Ginjal Kronis (PGK)". Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan interpretasi/evaluasi. Data pasien terdiagnosis PGK dikelompokkan menggunakan algoritma DBSCAN dengan parameter epsilon 4 dan min sample 3, menghasilkan 6 cluster. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa skenario kelima dengan 6 cluster memiliki nilai noise paling sedikit dibanding skenario lainnya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa implementasi algoritma DBSCAN dapat efektif dalam mengelompokkan data pasien terdiagnosa penyakit ginjal kronis, dengan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

skenario tertentu menghasilkan cluster yang lebih baik dan mengurangi noise secara signifikan.

Penelitian yang berjudul "Analisa Pengaruh Laju Massa Uap Rata-Rata Terhadap Kualitas Uap Rata-Rata Pada Pipa BPV (Back Pressure Vessel) Ke Sterilizer Di Pabrik Kelapa Sawit Kapasitas 50 Ton/Jam" oleh (Effendi et al., 2024) bertujuan untuk menganalisis pengaruh laju massa uap rata-rata terhadap kualitas uap yang menuju ke sterilizer dalam proses pengolahan kelapa sawit. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data di pabrik kelapa sawit berkapasitas 50 ton/jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju massa uap yang lebih tinggi berbanding lurus dengan peningkatan kualitas uap, di mana pada laju massa uap 6,71 kg/s, kualitas uap tertinggi mencapai 0,848 kJ/kg untuk Sterilizer No.1 dan 0,847 kJ/kg untuk Sterilizer No.2. Sebaliknya, penurunan laju massa uap menyebabkan penurunan kualitas uap, seperti yang terlihat pada hari ketiga dengan laju massa uap 6,59 kg/s yang menghasilkan kualitas uap terendah 0,834 kJ/kg. Penelitian ini menyimpulkan bahwa menjaga stabilitas laju massa uap sangat penting untuk mempertahankan kualitas uap yang optimal, sehingga berdampak signifikan pada kinerja sistem perebusan dan keseluruhan efisiensi pabrik kelapa sawit.

Penelitian yang berjudul "Identifikasi Anomali Data Akademik Menggunakan DBSCAN *Outlier Detection*" oleh (Fadlilah, 2022) bertujuan untuk mendeteksi anomali pada data akademik mahasiswa menggunakan metode clustering berbasis kepadatan, DBSCAN (Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise). Data yang digunakan adalah nilai UAS dan nilai akhir dari mata kuliah inti mahasiswa Informatika di Universitas Jenderal Achmad Yani angkatan 2014-2017. Penelitian ini menggunakan algoritma DBSCAN dengan bantuan metode Elbow untuk menentukan jumlah kluster optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DBSCAN mampu mendeteksi anomali sebesar 5%, yang mengindikasikan mahasiswa yang nilainya berada jauh dari centroid kluster utama, sehingga dapat dievaluasi secara khusus. Kesimpulannya, DBSCAN efektif dalam mengidentifikasi anomali baik yang bernilai tinggi maupun rendah. Kelebihan

yaitu kluster dengan jumlah pasien banyak dan sedikit, guna mempermudah penyediaan obat-obatan dan peralatan medis. Metode yang digunakan adalah algoritma DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) untuk clustering, dengan evaluasi hasil menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI). Data yang dianalisis terdiri atas 593 rekam medis pasien tahun 2019/2020, dengan perhitungan dilakukan secara manual dan menggunakan Python di Jupyter Notebook. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma DBSCAN berhasil menghasilkan dua kluster dengan nilai DBI sebesar 1,45, sehingga membuktikan efektivitas metode ini untuk pengelompokan data medis. Penelitian ini diharapkan dapat membantu manajemen rumah sakit dalam perencanaan medis yang lebih efisien (Puspitasari et al., 2023).

Penelitian berjudul "Pengelompokan Titik Gempa di Pulau Sulawesi Menggunakan Algoritma ST-DBSCAN" yang dilakukan oleh Denny Jales Manalu, Rita Rahmawati, dan Tatik Widiharih pada tahun 2021, bertujuan untuk memetakan wilayah rawan gempa di Pulau Sulawesi. Permasalahan yang diangkat adalah tingginya aktivitas gempa di Sulawesi yang sulit diprediksi dan menyebabkan kerugian besar. Solusi yang diusulkan adalah penggunaan algoritma ST-DBSCAN untuk mengelompokkan titik gempa berdasarkan jarak spasial dan temporal. Metode yang digunakan meliputi analisis data gempa dari BMKG dengan parameter jarak spasial ($Eps_1=0,45$), jarak temporal ($Eps_2=7$ hari), dan minimal anggota kluster ($MinPts=4$). Hasil penelitian menunjukkan pembentukan 60 kluster dengan 8 kluster besar dan 216 noise. Kesimpulannya, metode ini efektif untuk menganalisis pola spatio-temporal gempa, di mana pola occasional menjadi pola yang paling dominan, membantu pemerintah mengidentifikasi area prioritas mitigasi seperti Mamasa dan Poso (Jales Manalu et al., 2021).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

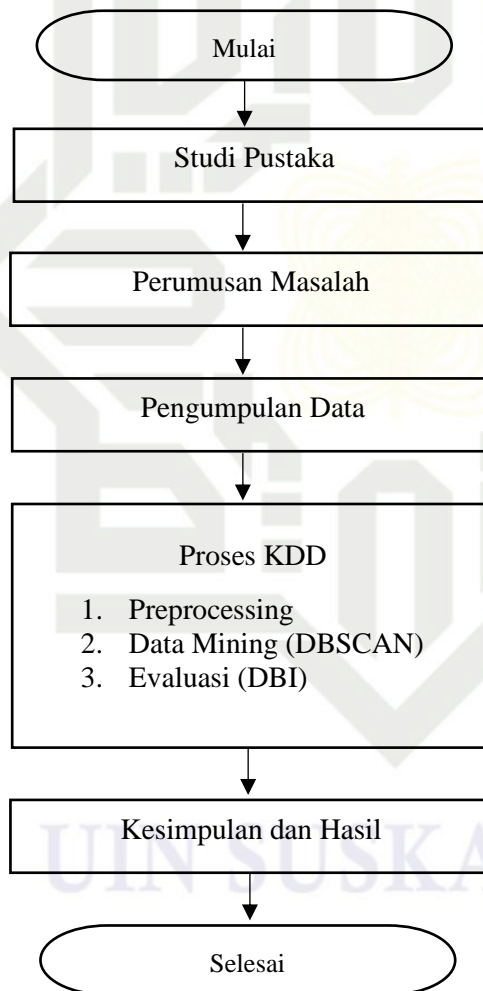
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dirancang secara sistematis untuk menjadi panduan bagi peneliti dalam melaksanakan penelitian. Pendekatan ini bertujuan memastikan bahwa hasil yang diperoleh tetap sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya dan tidak menyimpang dari sasaran. Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Bagan metodologi penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.1 Studi Pustaka

Studi pustaka melakukan pencarian informasi dan teori yang dapat mendukung pendefinisian masalah yang bersumber dari penelitian, jurnal, buku ataupun referensi-referensi lain yang memiliki keterkaitan dengan penelitian. pada tahapan ini peneliti berfokus pada penyelidikan dan eksplorasi literatur yang telah ada dalam suatu bidang pengetahuan tertentu seperti jurnal dan sumber informasi internet yang berkaitan dengan mesin BPV dan metode *clustering* khususnya menggunakan algoritma DBSCAN. Selain jurnal peneliti juga menjelajahi internet untuk mencari penelitian terkait.

3.2 Perumusan Masalah

Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami permasalahan yang ada, sehingga penelitian dapat dilakukan guna menemukan solusi yang relevan. Dalam penelitian ini, fokus permasalahan yang dirumuskan adalah bagaimana menerapkan algoritma DBSCAN untuk mengelompokkan kondisi mesin *Back Pressure Vessel* (BPV).

3.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data yang berasal dari hasil rekap data sensor yang diperoleh dari sistem monitoring back pressure vessel yang secara otomatis mencatat parameter suhu (*temperature*) dan tekanan (*pressure*) secara real-time pada mesin BPV di PT. ABC. Data ini dikumpulkan dalam format tabel dengan empat atribut utama: *KODE_DEVICE*, *TEMPERATURE*, *PRESSURE*, dan *CREATED_AT*. Setiap baris data merepresentasikan pengukuran pada waktu tertentu, di mana atribut *KODE_DEVICE* menunjukkan identitas perangkat, *TEMPERATURE* mencatat suhu operasi, *PRESSURE* mencatat tekanan, dan *CREATED_AT* menunjukkan waktu pengambilan data dengan format dd/mm/yyyy. Pengumpulan data dilakukan dalam periode tertentu untuk memastikan representasi yang cukup dari berbagai kondisi operasi mesin. Data mentah kemudian diekstrak ke dalam file Excel untuk memudahkan analisis lebih lanjut. Berikut adalah gambar data awal yang ada dalam file excel.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KODE_DEVICE	TEMPERATURE	PRESSURE	CREATED_AT
N00E-EP07-BPV-01	143	2.69	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	138.75	2.76	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	142	2.77	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	148.75	2.8	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	141	2.82	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	137.75	3.33	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	141.25	3.38	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	149.5	3.48	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	157	3.51	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	147.25	2.85	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	125.75	2.03	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	130.5	2.07	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	143.5	2.06	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	141	2.13	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	127.5	2.11	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	137	2.26	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	145.25	2.26	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	131	2.28	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	140.5	2.55	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	142.25	2.64	18/04/2024
N00E-EP07-BPV-01	133.25	2.69	18/04/2024

Gambar 3. 2 Data BPV pada PKS 07

Berdasarkan data dalam file excel, terdapat 12 Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan setiap PKS memiliki 1 mesin *Back Pressure Vessel* (BPV) kecuali pada PKS 02 yang tidak memiliki data mesin BPV. Jadi, jumlah mesin BPV pada dataset tersebut yaitu ada 11 mesin BPV. Untuk contoh pengujian ini menggunakan data mesin BPV PKS 07 yang mempunyai nilai **PRESSURE** dan **TEMPERATURE** yang bervariasi, sedangkan untuk mesin BPV pada PKS selain PKS 07 memiliki nilai **TEMPERATURE** yang tetap atau stagnan.

3.4 Proses KDD

Proses *Knowledge Discovery in Database* adalah bagian utama dalam penelitian. Adapun tahapannya yaitu, *Pre-Processing*, *Data Mining* dan *Evaluation*.

1. *Preprocessing*

Pada *Preprocessing* data terdapat beberapa beberapa tahapan yaitu:

- 1) Tahap awal yang sangat penting dalam preprocessing yaitu pembersihan data. Langkah ini dimulai dengan menghapus baris data yang duplikat untuk

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menghindari bias pada hasil analisis. Selanjutnya, penanganan nilai kosong atau missing values dilakukan dengan metode interpolasi linier untuk mempertahankan kontinuitas data, atau imputasi dengan nilai rata-rata (mean) atau median jika distribusi data tidak simetris.

- 2) Melakukan normalisasi data adalah proses menyamakan skala antar fitur untuk memastikan setiap variabel memiliki pengaruh yang setara dalam analisis. Pada penelitian ini, fitur numerik seperti TEMPERATURE dan PRESSURE dinormalisasi karena memiliki skala yang berbeda. Proses ini dilakukan menggunakan metode *Min-Max Scaling*, yang mengubah nilai data ke dalam rentang [0,1]. Setelah normalisasi, distribusi data diperiksa untuk memastikan transformasi berhasil tanpa mengubah pola asli. Rumus *Min-Max Scaling*:

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3.1) \text{ Rumus Min-Max Scaling}$$

Ket:

- X : Nilai asli
 X_{min} : Nilai minimum pada kolom
 X_{max} : Nilai maksimum pada kolom

2 Data Mining

Pada tahapan *Data Mining*, data akan dianalisis menggunakan metode *Data Mining* yang telah dipilih sebelumnya yaitu menggunakan metode *DBSCAN* untuk mengkluster data yang sudah melewati tahap seleksi dan *cleaning*.

Menurut (Adha et al., 2021) secara umum algoritma *DBSCAN* memiliki 5 langkah yaitu:

- f. Tentukan parameter Eps dan MinPts.
- g. Tentukan titik awal p secara random.
- h. Lakukan perhitungan jarak p dengan seluruh titik yang lain. Perhitungan jarak dengan rumus *Euclidean Distance* pada persamaan (2.1).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- i. Ambil semua titik yang density reachable dari p yang memenuhi Eps dan MinPts. Jika p adalah core point maka cluster terpenuhi.
- j. Ulangi langkah 3 dan 4 sampai semua poin telah diproses. Jika p adalah border point dan tidak ada yang memiliki hubungan density-reachable dengan p maka selanjutnya akan memasuki titik lainnya dalam database.

3.5 Evaluasi Clustering

Evaluasi menggunakan *Davies-Bouldin* Index (DBI) bertujuan untuk mengukur kualitas kluster yang dihasilkan oleh algoritma clustering. Proses ini dimulai dengan menjalankan algoritma clustering, seperti DBSCAN, pada dataset dengan parameter tertentu. Setelah kluster terbentuk, DBI dihitung untuk mengevaluasi seberapa baik kluster dipisahkan satu sama lain (separation) dan seberapa kompak data di dalam setiap kluster (compactness). DBI didefinisikan sebagai rata-rata rasio jarak antar kluster terhadap jarak dalam kluster.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma DBSCAN untuk clustering kondisi mesin *Back Pressure Vessel* (BPV) di PT. ABC. Dengan memanfaatkan parameter suhu dan tekanan yang diperoleh secara real-time, algoritma DBSCAN mampu mengelompokkan data menjadi beberapa kluster yang merepresentasikan pola operasional mesin. Hasil *clustering* untuk data mesin BPV pada PKS 07 dan evaluasi menggunakan *Davies-Bouldin Index* (DBI) menunjukkan bahwa parameter optimal diperoleh pada *epsilon* 0,70 dan *min-samples* 5, menghasilkan 5 kluster utama dengan nilai DBI sebesar 0,6663.

Clustering pada 11 mesin BPV mengungkapkan bahwa jumlah kluster optimal bervariasi, dengan modus sebanyak 2 kluster yang muncul pada 3 mesin. Analisis setiap kluster menunjukkan variasi pola suhu dan tekanan, mencerminkan kondisi operasional seperti normal, beban ringan, hingga tidak aktif. Temuan ini memberikan informasi berharga untuk mendeteksi kondisi operasi optimal, mengidentifikasi potensi masalah, dan meningkatkan efisiensi pemeliharaan mesin.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran-saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Pada penelitian *clustering* selanjutnya, disarankan untuk mempertimbangkan variabel tambahan seperti getaran, arus dan lain sebagainya.
2. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar untuk pengembangan metode prediktif lainnya, seperti klasifikasi hasil kluster atau penambahan variabel lain seperti getaran dan arus listrik, guna meningkatkan akurasi dan kegunaan analisis.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, R., Nurhaliza, N., Sholeha, U., & Mustakim, M. (2021). Perbandingan Algoritma DBSCAN dan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Kasus Covid-19 di Dunia.
- AMIK BSI Yogyakarta, E. M. (2018). Komparasi Metode Clustering K-Means Dan K-Medoids Dengan Model Fuzzy Rfm Untuk Pengelompokan Pelanggan. *Evolusi : Jurnal Sains Dan Manajemen*, 6(2). <https://doi.org/10.31294/evolusi.v6i2.4600>
- Anggara, R., Rahman, A., & Si, S. (2022). Implementasi Algoritma DBSCAN Dalam Mengelompokan Data Pasien Terdiagnosa Penyakit Ginjal Kronis (PGK). *Jurnal AlgoritmeCCS*, x, No.x(1), 114–123. <https://doi.org/10.35957/algoritme.xxxx>
- Arta Lubis, S. U., Muvariz, M. F., Fadilah, N., Prasetyo, N. A., Satoto, S. W., & Yuniarsih, N. (2021). Studi Kekuatan Pressure Vessel Dengan Menggunakan Material SA-106 Grade B dan SA-516-70N. *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan (JATRA)*, 3(2), 79–85. <https://doi.org/10.30871/jatra.v3i2.3652>
- Badruttamam, A., & Asih Maruddani, D. I. (2020). Penerapan Analisis Kluster K-Modes Dengan Validasi Davies Bouldin Index Dalam Menentukan Karakteristik Kanal Youtube Di Indonesia (Studi Kasus: 250 Kanal YouTube Indonesia Teratas Menurut Socialblade). *Jurnal Gaussian*, 9(3), 263–272. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- Bagherzade Ghazvini, M., Sánchez-Marrè, M., Bahilo, E., & Angulo, C. (2021). Operational Modes Detection in Industrial Gas Turbines Using an Ensemble of Clustering Methods. *Sensors*, 21(23), 8047. <https://doi.org/10.3390/s21238047>
- Defiyanti, S. (2017). Integrasi Metode Clustering dan Klasifikasi untuk Data Numerik.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Devi, A. S., Putra, I. K. G. D., & Sukarsa, I. M. (2015). Implementasi Metode Clustering DBSCAN pada Proses Pengambilan Keputusan. *Lontar Komputer : Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 185. <https://doi.org/10.24843/LKJITI.2015.v06.i03.p05>
- Effendi, Z., Rangkuti, I. U. P., & Nugroho, M. D. (2024). Analisa Pengaruh Laju Massa Uap Rata-Rata Terhadap Kualitas Uap Rata-Rata Pada Pipa BPV (Back Pressure Vessel) Ke Sterilizer Di Pabrik Kelapa Sawit Kapasitas 50 Ton/Jam. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 13(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v13i1.3369>
- Fadlilah, E. A. (2022). Identifikasi Anomali Data Akademik Menggunakan Dbscan Outlier Detection. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 12(1), 336. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7012>
- Han, X., Armenakis, C., & Jadidi, M. (2020). DBscan optimization for improving marine trajectory clustering and anomaly detection. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 43(B4), 455–461. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-455-2020>
- Harahap, M. A. (2022). Kinerja Bpv (Back Pressure Vessel) Pada Pabrikkelapa Sawit Sebagai Penampung Uap Bekas Terhadap Dimensi Dan Kondisi Operasional Bpv.
- Harjanto, T. D., Vatesia, A., & Faurina, R. (2021). Analisis Penetapan Skala Prioritas Penanganan Balita Stunting Menggunakan Metode DBSCAN Clustering (Studi Kasus Data Dinas Kesehatan Kabupaten Lebong). *Rekursif: Jurnal Informatika*, 9(1). <https://doi.org/10.33369/rekursif.v9i1.14982>
- Herdiani, A., & Asror, I. (2019). Klasterisasi Tweet Terkait Dengan Pemilihan Presiden 2019 Menggunakan Ontology-based Concept Weighting Dan Dbscan. *EProceedings of Engineering*.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Isnarwaty, D. P., & Irhamah, I. (2020). Text Clustering pada Akun TWITTER Layanan Ekspedisi JNE, J&T, dan Pos Indonesia Menggunakan Metode Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) dan K-Means. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*.
- Jan, P., Bajpai, M. S., & Pamula, R. (2022). A Modified DBSCAN Algorithm for Anomaly Detection in Time-series Data with Seasonality. *International Arab Journal of Information Technology*, 19(1), 23–28. <https://doi.org/10.34028/iajit/19/1/3>
- Jales Manalu, D., Rahmawati, R., & Widiharih, T. (2021). Pengelompokan Titik Gempa Di Pulau Sulawesi Menggunakan Algoritma St-Dbscan (Spatio Temporal-Density Based Spatial Clustering Application with Noise). *Jurnal Gaussian*, 10, 554–561. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- Kharis, S., & Zili, A. (2022). Learning Analytics dan Educational Data Mining pada Data Pendidikan. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*.
- Lourensius, S., Djanggu, N. H., & Prawatya, Y. E. (2023). Implementasi Predictive Maintenance Untuk Mesin Pengupas Buah Pinang Dengan Mikrokontroller. In *Integrate: Industrial Engineering and Management System* (Vol. 7, Issue 2). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/issue/view/2162>
- Mardi, Y. (2018). Data Mining: Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4. *Jurnal Edik Informatika Penelitian Bidang Komputer Sains Dan Pendidikan Informatika*.
- Maulana, G. (2017). Pembelajaran Dasar Algoritma Dan Pemrograman Menggunakan El-Goritma Berbasis Web. *J. Tek. Mesin*.
- Nabila, Z., Isnain, A., Permata, P., & Abidin, Z. (2021). Analisis Data Mining Untuk Clustering Kasus Covid-19 Di Provinsi Lampung Dengan Algoritma K-Means. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Nurina Sari, B., Primajaya, A., & Ronggowaluyo Teluk Jambe Karawang, J. H. (2019). Penerapan Clustering Dbscan Untuk Pertanian Padi Di Kabupaten Karawang. In *JIKO* ± (Vol. 4, Issue 1). www.mapcoordinates.net/en.
- Pri Indini, D., Siburian, S. R., & Putro Utomo, D. (2022). Implementasi Algoritma Dbscan Untuk Clustering Seleksi Penentuan Mahasiswa Yang Berhak Menerima Beasiswa Yayasan.
- Puspitasari, D. A., Cahyana, Y., Arum, S., & Lestari, P. (2023). *Penerapan Algoritma Density Based Spastial Clustering Algorithm With Noise Untuk Pengelompokkan Penyakit Pasien. IV(1)*.
- Saeedi Emadi, H., & Mazinani, S. M. (2018). A novel anomaly detection algorithm using DBSCAN and SVM in wireless sensor networks. *Wireless Personal Communications*, 98(2), 2025–2035. <https://doi.org/10.1007/s11277-017-4961-1>
- Santoso, B. (2017). Perancangan aplikasi olap (online analitycal processing) penjualan buku pada toko buku gramedia lubuklinggau dengan metode clustering.
- Septiani, I. W., Fauzan, Abd. C., & Huda, M. M. (2022). Implementasi Algoritma K-Medoids Dengan Evaluasi Davies-Bouldin-Index Untuk Klasterisasi Harapan Hidup Pasca Operasi Pada Pasien Penderita Kanker Paru-Paru. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 3(4), 556. <https://doi.org/10.30865/json.v3i4.4055>
- Setiawan, F., & Setianingsih, C. (2021). Clustering Pada Data Sentimen Transportasi Online Menggunakan Algoritma Dbscan. *EProceedings of Engineering*.
- Setjasmiko, B. (2023). Analisis Metode Clustering Dengan Algoritma Density-Based Spatial Clustering Of Application.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tarigan, P., Ginting, E., & Siregar, I. (2019). Perawatan Mesin Secara Preventive Maintenance Dengan Modularity Design Pada PT. RXZ. In *Jurnal Teknik Industri FT USU* (Vol. 3, Issue 3).

Tran Manh Thang, & Juntae Kim. (2011). The Anomaly Detection by Using DBSCAN Clustering with Multiple Parameters. *2011 International Conference on Information Science and Applications*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICISA.2011.5772437>

Utomo, D., & Mesran, M. (2020). Analisis Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining dan Reduksi Atribut Pada Data Set Penyakit Jantung. *Jurnal Media Informatika Budidarma*.

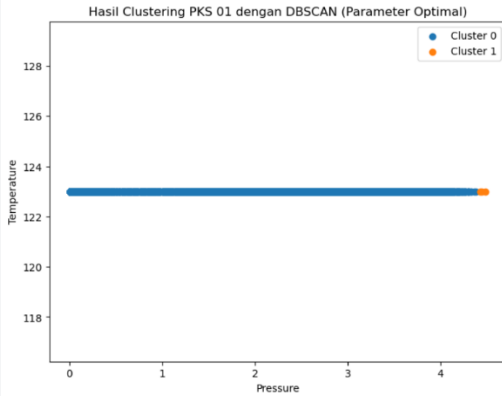
Wibisono, S., Anwar, M. T., Supriyanto, A., & Amin, I. H. A. (2021). Multivariate weather anomaly detection using DBSCAN clustering algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012077>

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

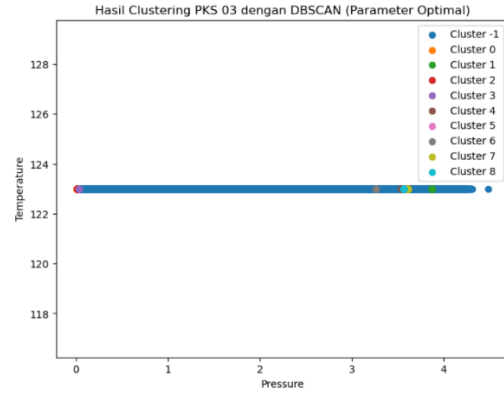
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN

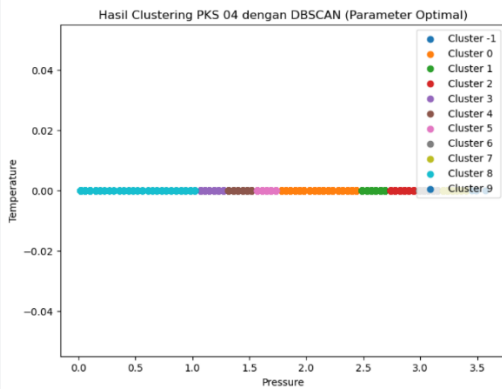
HASIL CLUSTERING PADA PENGUJIAN SELURUH MESIN BPV DI PT. ABC



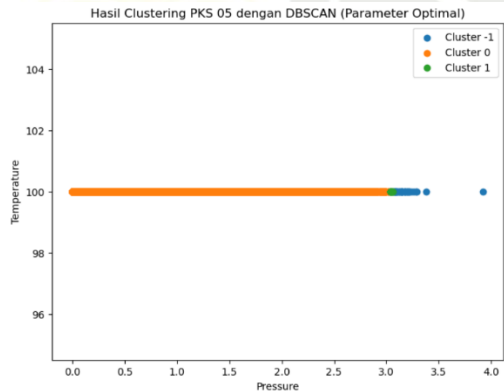
PKS 01



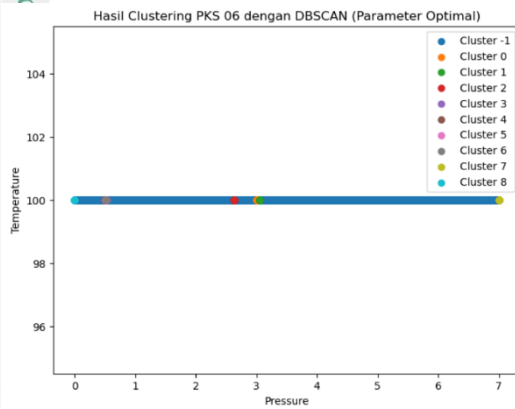
PKS 03



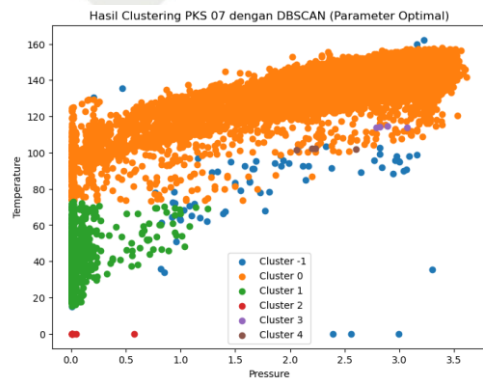
PKS 04



PKS 05



PKS 06



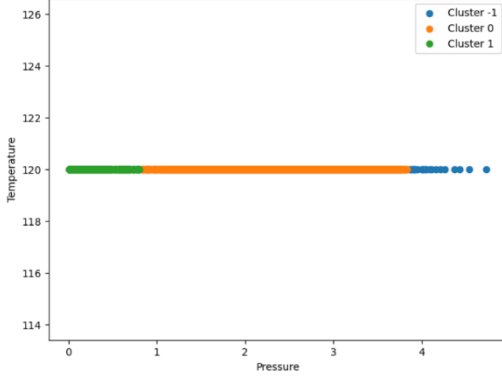
PKS 7



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

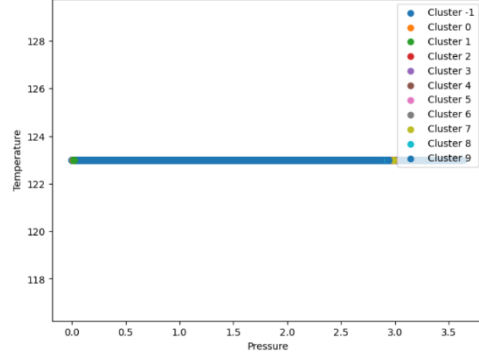
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hasil Clustering PKS 08 dengan DBSCAN (Parameter Optimal)



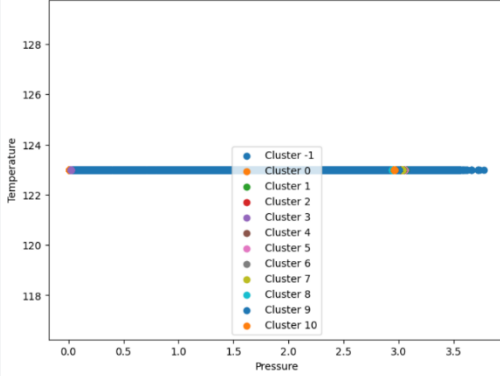
PKS 08

Hasil Clustering PKS 09 dengan DBSCAN (Parameter Optimal)



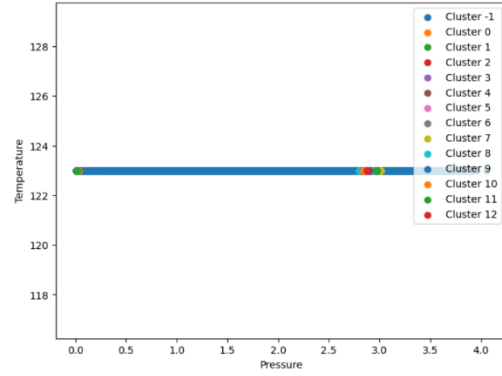
PKS 9

Hasil Clustering PKS 10 dengan DBSCAN (Parameter Optimal)



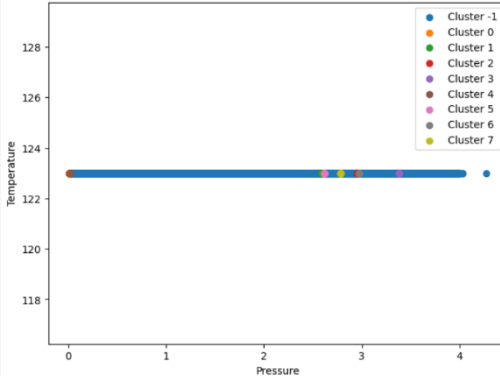
PKS 10

Hasil Clustering PKS 11 dengan DBSCAN (Parameter Optimal)



PKS 11

Hasil Clustering PKS 12 dengan DBSCAN (Parameter Optimal)



PKS 12

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

RENTANG NILAI PRESSURE DAN TEMPERATURE PADA CLUSTER SETIAP MESIN DI PT. ABC

PKS 01

Nama Cluster	PRESSURE	TEMPERATURE
Cluster 1	0.01 – 4.38	123.00 – 123.00
Cluster 2	4.43 – 4.48	123.00 – 123.00

PKS 03

Nama Cluster	PRESSURE	TEMPERATURE
Cluster 1	0.01 – 0.01	123.00 – 123.00
Cluster 2	3.87 – 3.87	123.00 – 123.00
Cluster 3	0.02 – 0.02	123.00 – 123.00
Cluster 4	0.03 – 0.03	123.00 – 123.00
Cluster 5	3.54 – 3.54	123.00 – 123.00
Cluster 6	3.59 – 3.59	123.00 – 123.00
Cluster 7	3.26 – 3.26	123.00 – 123.00
Cluster 8	3.61 – 3.61	123.00 – 123.00
Cluster 9	3.56 – 3.56	123.00 – 123.00

PKS 04

Nama Cluster	PRESSURE	TEMPERATURE
Cluster 1	1.78 – 2.44	0.00 – 0.00
Cluster 2	2.49 – 2.69	0.00 – 0.00
Cluster 3	2.74 – 2.94	0.00 – 0.00
Cluster 4	1.07 – 1.27	0.00 – 0.00
Cluster 5	1.32 – 1.52	0.00 – 0.00
Cluster 6	1.57 – 1.73	0.00 – 0.00
Cluster 7	2.99 – 3.15	0.00 – 0.00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

<i>Cluster 8</i>	3.20 – 3.40	0.00 – 0.00
<i>Cluster 9</i>	0.02 – 1.02	0.00 – 0.00
<i>Cluster 10</i>	3.45 – 3.49	0.00 – 0.00

PKS 05

Nama <i>Cluster</i>	PRESSURE	TEMPERATURE
<i>Cluster 1</i>	0.00 – 3.02	100.00 – 100.00
<i>Cluster 2</i>	3.04 – 3.06	100.00 – 100.00

PKS 06

Nama <i>Cluster</i>	PRESSURE	TEMPERATURE
<i>Cluster 1</i>	3.01 – 3.01	100.00 – 100.00
<i>Cluster 2</i>	3.05 – 3.05	100.00 – 100.00
<i>Cluster 3</i>	2.63 – 2.63	100.00 – 100.00
<i>Cluster 4</i>	0.53 – 0.53	100.00 – 100.00
<i>Cluster 5</i>	0.50 – 0.50	100.00 – 100.00
<i>Cluster 6</i>	0.51 – 0.51	100.00 – 100.00
<i>Cluster 7</i>	0.52 – 0.52	100.00 – 100.00
<i>Cluster 8</i>	7.00 – 7.00	100.00 – 100.00
<i>Cluster 9</i>	0.00 – 0.00	100.00 – 100.00

PKS 07

Nama <i>Cluster</i>	PRESSURE	TEMPERATURE
<i>Cluster 1</i>	0.01 – 3.61	73.25 – 158.00
<i>Cluster 2</i>	0.01 – 1.25	15.50 – 72.75
<i>Cluster 3</i>	0.01 – 0.58	0.00 – 0.00
<i>Cluster 4</i>	2.79 – 3.07	114.00 – 114.50
<i>Cluster 5</i>	2.06 – 2.60	101.50 – 102.25

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PKS 08

Nama Cluster	PRESSURE	TEMPERATURE
Cluster 1	0.83 – 3.84	120.00 – 120.00
Cluster 2	0.01 – 0.80	120.00 – 120.00

PKS 09

Nama Cluster	PRESSURE	TEMPERATURE
Cluster 1	0.01 – 0.01	123.00 – 123.00
Cluster 2	0.02 – 0.02	123.00 – 123.00
Cluster 3	2.98 – 2.98	123.00 – 123.00
Cluster 4	3.01 – 3.01	123.00 – 123.00
Cluster 5	2.96 – 2.96	123.00 – 123.00
Cluster 6	2.97 – 2.97	123.00 – 123.00
Cluster 7	2.95 – 2.95	123.00 – 123.00
Cluster 8	2.99 – 2.99	123.00 – 123.00
Cluster 9	2.93 – 2.93	123.00 – 123.00
Cluster 10	2.94 – 2.94	123.00 – 123.00

PKS 10

Nama Cluster	PRESSURE	TEMPERATURE
Cluster 1	0.01 – 0.01	123.00 – 123.00
Cluster 2	3.06 – 3.06	123.00 – 123.00
Cluster 3	3.02 – 3.02	123.00 – 123.00
Cluster 4	0.02 – 0.02	123.00 – 123.00
Cluster 5	3.01 – 3.01	123.00 – 123.00
Cluster 6	3.05 – 3.05	123.00 – 123.00
Cluster 7	3.04 – 3.04	123.00 – 123.00
Cluster 8	3.03 – 3.03	123.00 – 123.00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

<i>Cluster 9</i>	2.94 – 2.94	123.00 – 123.00
<i>Cluster 10</i>	3.00 – 3.00	123.00 – 123.00
<i>Cluster 11</i>	2.96 – 2.96	123.00 – 123.00

PKS 11

Nama <i>Cluster</i>	PRESSURE	TEMPERATURE
<i>Cluster 1</i>	0.03 – 0.03	123.00 – 123.00
<i>Cluster 2</i>	0.02 – 0.02	123.00 – 123.00
<i>Cluster 3</i>	2.82 – 2.82	123.00 – 123.00
<i>Cluster 4</i>	2.87 – 2.87	123.00 – 123.00
<i>Cluster 5</i>	2.91 – 2.91	123.00 – 123.00
<i>Cluster 6</i>	2.94 – 2.94	123.00 – 123.00
<i>Cluster 7</i>	2.96 – 2.96	123.00 – 123.00
<i>Cluster 8</i>	3.01 – 3.01	123.00 – 123.00
<i>Cluster 9</i>	2.80 – 2.80	123.00 – 123.00
<i>Cluster 10</i>	2.90 – 2.90	123.00 – 123.00
<i>Cluster 11</i>	2.84 – 2.84	123.00 – 123.00
<i>Cluster 12</i>	2.97 – 2.97	123.00 – 123.00
<i>Cluster 13</i>	2.88 – 2.88	123.00 – 123.00

PKS 12

Nama <i>Cluster</i>	PRESSURE	TEMPERATURE
<i>Cluster 1</i>	0.01 – 0.01	123.00 – 123.00
<i>Cluster 2</i>	2.59 – 2.59	123.00 – 123.00
<i>Cluster 3</i>	2.96 – 2.96	123.00 – 123.00
<i>Cluster 4</i>	3.38 – 3.38	123.00 – 123.00
<i>Cluster 5</i>	0.02 – 0.02	123.00 – 123.00
<i>Cluster 6</i>	2.62 – 2.62	123.00 – 123.00

<i>Cluster 7</i>	2.97 – 2.97	123.00 – 123.00
<i>Cluster 8</i>	2.78 – 2.78	123.00 – 123.00



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.