**SISTEM DETEKSI OSILASI KONTROL DENGAN MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK PADA PROSES INDUSTRI**

Proposal Penelitian untuk Tesis S-2

Program Studi Magister Teknik Fisika



diajukan oleh

**Nukman Tsaqib Tsanya**

19/449561/PTK/12820

kepada

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK FISIKA

UNIVERSITAS GADJAH MADA

YOGYAKARTA

2021Proposal Penelitian

**SISTEM DETEKSI OSILASI KONTROL PADA PROSES INDUSTRI DENGAN MENGGUNAKAN NEURAL NETWORK**

diajukan oleh

**Nukman Tsaqib Tsanya**

18/449561/PTK/12820

Telah disetujui oleh

|  |  |
| --- | --- |
| Pembimbing Utama  Dr.-Ing. A. N. I. Wardana  NIP.  Pembimbing Pendamping  Nazrul Effendy, S.T, M.T., Ph.D.  NIP. 197406141999031002. | Tanggal\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Tanggal\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

TABLE OF CONTENTS

DAFTAR ISI

[**DAFTAR ISI** 3](#_Toc61117430)

[**DAFTAR GAMBAR** 5](#_Toc61117431)

[**DAFTAR TABEL** 6](#_Toc61117432)

[**BAB 1** 7](#_Toc61117433)

[**1.1.** **Latar Belakang** 7](#_Toc61117434)

[**1.2.** **Perumusan Masalah** 9](#_Toc61117435)

[**1.3.** **Keaslian Penelitian** 9](#_Toc61117436)

[**1.4.** **Tujuan Penelitian** 10](#_Toc61117437)

[**1.5.** **Manfaat Penelitian** 10](#_Toc61117438)

[**1.6.** **Batasan Masalah** 10](#_Toc61117439)

[**BAB 2** 11](#_Toc61117440)

[**2.1.** **Tinjauan Pustaka** 11](#_Toc61117441)

[**2.1.1.** **Sistem Deteksi Osilasi Kontrol** 11](#_Toc61117442)

[**2.1.2.** **Osilasi Kontrol** 14](#_Toc61117445)

[**2.2.** **Dasar Teori** 16](#_Toc61117448)

[**2.2.1.** **Osilasi Kontrol pada Proses Industri** 16](#_Toc61117449)

[**2.2.1.1.** **Penyebab dan Jenis Osilasi Kontrol** 14](#_Toc61117446)

[**2.2.2.** **Jaringan Saraf Tiruan**  18](#_Toc61117450)

[**2.3.** **Hipotesis** 2](#_Toc61117453)0

[**BAB 3** 2](#_Toc61117454)0

[**3.1.** **Alat dan Bahan Penelitian** 2](#_Toc61117455)0

[**3.1.1.** **Alat Penelitian** 20](#_Toc61117449)

[**3.1.2.** **Bahan Penelitian** 20](#_Toc61117449)

[**3.2.** **Metodologi Penelitian** 20](#_Toc61117455)

[**3.2.1.** **Brainstorming of the research problem** 20](#_Toc61117456)

[**3.2.2.** **Literature review and determine system requirements** 20](#_Toc61117457)

[**3.2.3.** **Pemodelan Sistem** 20](#_Toc61117458)

[**3.2.4.** **Generasi Data** 20](#_Toc61117462)

[**3.2.5.** **Pemrosesan Data** 20](#_Toc61117463)

[**3.2.6.** **Kuantifikasi Model Deteksi** 20](#_Toc61117464)

[**3.2.6.** **Evaluasi dan Validasi Sistem** 20](#_Toc61117464)

[**JADWAL PENELITIAN** 21](#_Toc61117465)

[**DAFTAR PUSTAKA** 22](#_Toc61117466)

DAFTAR GAMBAR

[**Gambar 1.**  8](#_Toc61017394)

[**Gambar 2.** 8](#_Toc61017395)

[**Gambar 3.**. 8](#_Toc61017396)

[**Gambar 4**. 8](#_Toc61017397)

DAFTAR TABEL

[**Tabel 1.** Kajian Ilmiah Deteksi Osilasi Kontrol 1](#_Toc61031055)1

[**Tabel 2.** 11](#_Toc61031056)

BAB 1

**PENDAHULUAN**

* 1. **Latar Belakang**

Osilasi dalam industri proses adalah masalah umum yang mempengaruhi hingga 30% dan 41% dari kontrol loop. Masalah ini dapat sangat menurunkan keuntungan pabrik karena mengganggu operasi normal pabrik, meningkatkan variabilitas dalam kualitas produk, mempercepat keausan peralatan (katup kontrol), dan mengakibatkan konsumsi energi dan bahan baku yang berlebihan [1].

Langkah pertama dalam menghilangkan osilasi kontrol loop adalah dengan mendeteksinya. Sumber osilasi loop kontrol bisa dihasilkan dari beberapa sumber seperti tuning kontrol yang tidak tepat, interaksi multiloop, kesalahan sensor, ganguan osilasi eksternal dan permasalahan katub kontrol. Beberapa teknik deteksi dan diagnosis sudah banyak dikembangkan dan digunakan, penerapan teknik ini pada data industri nyata menunjukkan efisiensi yang rendah, menunjukkan bahwa masalah mendeteksi dan mendiagnosis osilasi masih memerlukan perbaikan

Deteksi dan diagnosis osilasi dapat dilakukan dengan inspeksi visual secara langsung untuk semua kontrol loop pada suatu deret waktu. Sayangnya, hal ini tidak mungkin dilakukan lagi karena diagnosis lengkap diperlukan. Dengan semakin berkembangnya proses industri biasanya, proses industri memiliki hingga 500 dan 5000 loop kontrol. Inspeksi visual akan sangat menghabiskan banyak sumber daya, belum lagi dengan ketelitian dan keakuratan yang didapatkan terhadap osilasi yang tidak diketahui. Untuk mengatasi keterbatasan ini, diperlukan suatu sistem teknik deteksi osilasi otomatis yang dapat melalukan tugas dengan efisiensi dan keakuratan yang sebaik-baiknya. [4].

* 1. **Perumusan Masalah**

Osilasi bisa sangat merugikan karena akan meningkatkan variabilitas yang berarti bahwa variabel proses tidak dapat dipertahankan pada kondisi yang diinginkan. Sumber osilasi loop kontrol bisa dihasilkan dari beberapa sumber seperti tuning kontrol yang tidak tepat, interaksi multiloop, kesalahan sensor, ganguan osilasi eksternal dan permasalahan katub kontrol.

Selama 20 tahun terakhir para peneliti telah mengembangkan metode deteksi dan diganosa osilasi kontrol. Penerapan teknik ini pada data industri nyata menunjukkan efisiensi yang masih rendah, ini berarti bahwa masalah deteksi dan diagnosis osilasi masih memerlukan perbaikan. Untuk itu diperlukan suatu sistem teknik deteksi osilasi otomatis yang dapat melalukan tugas dengan efisiensi dan keakuratan yang sebaik-baiknya. Berdasarkan pada kondisi tersebut, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana memanfaatkan teknik jaringan saraf tiruan untuk membuat sistem deteksi yang bisa mengatasi masalah osilasi kontrol?

2. Bagaimana membuat / sistem deteksi yang bisa bekerja pada kondisi mendekati semirip mungkin data industri nyata?

3. Bagaimana meningkatkan akurasi, efisiensi, dan performansi dari sistem deteksi?

* 1. **Originality**

Berdasarkan hasil studi pustaka yang dilakukan penulis hingga saat ini belum pernah ada penelitia yang dilakukan atau ditemukan serupa dengan judul penelitian ini.

* 1. **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan algoritma dan sistem deteksi osilasi yang bisa digunakan proses industri dengan memanfatkan jaringan saraf tiruan.

* 1. **Manfaat Penelitian**

Penelitian ini akan memberikan manfaat dan informasi:

1. Untuk ilmuwan, peneliti, dan pakar dapat meningkatkan pengetahuan di deteksi osilasi dengan menggunakan jaringan saraf tiruan.
2. Untuk para pelaku industri dapat memberikan rekomendasi sistem dalam menghilangkan dampak buruk yang diakibatkan osilasi kontrol
3. Untuk masyarakat umum dapat memberikan informasi mengenai
   1. **Batasan Masalah**

Berdasarkan penyesuaian dengan kondisi yang ada, maka terdapat batasan masalah pada penelitian ini, antara lain:

BAB2 2

**TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

1. **Tinjauan Pusaka**

Perkembangan sistem deteksi osilasi kontrol pada proses industri terus dilakukan demi meningkatkan efisiensi dan performansi dari sistem deteki agar dapat menjawab berbagai masalah yang ditimbulkan oleh osilasi kontrol. Berbagai macam pendekatan baru terus dilakukan, salah satunya yang sangat menarik mendapat perhatian adalah dengan memanfaatkan teknik *machine learning*. *Machine learning* adalah teknik pembelajaran untuk algoritme komputer yang dapat dikembangkan dan ditingkatkan secara otomatis melalui pengolahan dan penggunaan data. Yang membuat pembelajaran mesin sangat menarik adalah teknik ini memiliki kemampuan belajar mandiri. Algoritma sistem akan membangun model berdasarkan data sampel, yang dikenal sebagai "data pelatihan", untuk membuat prediksi atau keputusan tanpa diprogram secara eksplisit untuk melakukannya. Algoritma pembelajaran mesin ini dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi, seperti aplikasi untuk kedokteran, pengenalan suara, visi komputer serta proses industri.

Untuk memahami sistem deteksi lebih jauh tinjauan pustaka dilakukan agar penulis mendapatkan gambaran maupun informasi yang digunakan sebagai referensi nantinya. **Tabel 2.1** berisi publikasi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan mengenai sistem deteksi osilasi kontrol.

**Tabel 2.1 Kajian Ilmiah Mengenai Sistem Deteksi Osilasi**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Peneliti** | **Judul** | **Tahun** | **Objek dan Hasil Penelitian** |
| **1** | Jônathan W. V. Dambros, Jorge O. Trierweiler, Marcelo Farenzena, and Marius Kloft | Oscillation Detection in Process Industries by a Machine Learning Based Approach | 2019 | Peneltitan ini berisi sebuah metode deteksi osilasi dan teknik kuantifikasi baru berdasarkan *machine learning.* (menggunakan data Jelali and Huang yang sudah menjadi *benchmark* dan dijadikan data set pada riset osilasi dan deteksi). berikan beberapa gambaran mengenai metode deteksi osilasi dengan *machine learning* yang sudah ada |
| **2** | Da Zheng, Xi Sun, Seshu K. Damarla, Ashish Shah, Joseph Amalraj, and Biao Huang | Valve Stiction Detection and Quantification Using a K‑Means Clustering Based Moving Window Approach | 2021 | Penelitian ini melakukan kajain mengenai sistem deteksi osilasi stiksi pada *control valve.*  Dimana stiksi mungkin menjadi penyebab utama osilasi dalam loop kontrol industri. Perubahan dinamika hubungan linear antara output controller (OP) dan posisi aktual katub (MV) karena stiksi katup menjadi dasar dari metode deteksi stiksi baru yang digunakan. |
| **3** | Ahmad Azharuddin Azhari Mohd Amiruddin, Haslinda Zabir, Syed Ali Ammar Taqvi, Lemma Dendena Tufa | Neural Network Applications In Fault Diagnosis And Detection: An Overview Of Implementations In Engineering-Related Systems | 2018 | Penelitian ini melakukan kajain mengenai beberapa penggunaan *neural network* untuk solusi deteksi kesalahan dalam proses industri. |
| **4** | Seongmin Heo and Jay H. Lee | Fault Detection And Classification Using Artificial Neural Networks | 2018 | Penelitian ini melakukan kajain mengenai deteksi dan klasifikasi kesalahan dengan *deep neural network* (DNN), pengembangan JST dengan penambahan dan kombinasi layer tambahan jaringan saraf. Penggunaan DNN dapat meningkatkan akurasi dan efektivitas metode deteksi kesalahan yang ada sebelumnya. Namun, dibutuhkan waktu dan usaha yang lebih dalam proses deteksi dan pelatihan sistemnya. Selan itu tidak selalu penambahan layer akan menambah performa sistem. Ada batas jumlah layer yang ditambahkan hanya akan menambah akurasi sangat sedikit atau bahkan tidak sama sekali. |
| **5** |  |  |  |  |

**[7] [8] [9] [11] [13] [15] [16] [18]**

1. **Sistem Deteksi Osilasi**

Sistem deteksi osilasi dilakukan untuk menngilangkan salah satu masalah paling sering terjadi di proses industri. Sistem ini dibutuhkan untuk menjaga proses industri dipertahankan pada kondisi yang diinginkan sehingga akan memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Pengembangan teknik deteksi terus dilakukan untuk mendapatkan teknik deteksi yang dapat berkerja dengan akurasi, efisiensi dan performansi yang tinggi pada keadaan nyata proses industri.

1. **Jenis dan Klasifikasi Sistem Deteksi Osilasi**

Dambros[6], mengklasifikasikan metode deteksi menjadi dua kelompok utama: yaitu single time series oscillation detection (STSOD), di mana metode ini berfokus pada deteksi loop / variabel individu, dan plant-wide oscillation detection (PWOD), di mana metode ini menerapkan deteksi langsung menyeluruh terhadap set loop/variabel industri proses.

Metode deteksi STSOD dapat diklasifikasikan ke dalam 5 jenis yaitu metode domain waktu, metode berbasis auto-covariance function (ACF), metode domain frekuensi, metode continuous wavelet transform (CWD), dan metode dekomposisi. Metode domain waktu biasanya lebih sederhana dan lebih mudah dalam komputasinya. Kebisingan sering menjadi masalah utama metode ini. Metode berbasis ACF cocok untuk mendeteksi deret waktu dengan noise yang kuat. Metode-metode ini memerlukan transformasi data ke domain ACF, yang hanya membutuhkan program sederhana dalam komputasi. Metode ini tidak cocok untuk deret waktu dengan banyak osilasi, dan osilasi yang tidak reguler / random osilasi.

Metode deteksi domain frekuensi sangat cocok untuk deteksi dengan inspeksi visual. Hal ini karena osilasi dijelaskan berupa puncak yang dapat terlihat dalam spektrum kurva grafik. Namun, metode ini memiliki otomatisasi yang sulit, karena kebisingan dan gangguan juga menghasilkan puncak dalam spektrum yang perlu dihilangkan untuk mendapatkan visual osilasi yang sebenarnya.

Metode deteksi CWD memungkinkan untuk melakukan deteksi dan diagnosis di domain waktu dan frekuensi dengan fungsi transform. Namun, metode berdasarkan CWT ini sulit untuk otomatisasinya dan memerlukan parameter dalam jumlah yang besar, yang merupakan salah satu alasan metode ini belum banyak digunakan. Metode dekomposisi memungkinkan deteksi osilasi untuk diakukan pada deret waktu yang memiliki beberapa osilasi. Metode ini relatif lebih sulit untuk diterapkan dan membutuhkan lebih banyak upaya komputasi.

Metode deteksi PWOD adalah deteksi osilasi secara menyeluruh terhadap osilasi yang dihasilkan di suatu tempat di proses industri yang kemudian menyebar ke berbagai loop yang berbeda. Deteksi osilasi PWOD didasarkan pada osilasi dalam satu pengukuran adalah sama di lain, bahkan ketika bentuk gelombang berbeda dan ketika interferensi, seperti osilasi lainnya. Banyak metode STSOD yang juga dapat diterapkan untuk deteksi osilasi menyeluruh di proses industri. Jika periode osilasi dikuantifikasi, deteksi menyeluruh dapat dilakukan dengan mengelompokkan loop yang berosilasi dengan periode yang sama.

Thornhill [7] memberikan persyaratan metode deteksi osilasi yang baik sebagai berikut:

1. Bisa mengevaluasi periode dan amplitudo osilasi;

2. Hanya membutuhkan data deret waktu;

3. Memiliki ketahanan terhadap kebisingan dan gangguan;

4. Mampu menangani osilasi ganda dan terputus-putus;

5. Sepenuhnya otomatis

6.. Metode semakin sederhana semakin baik [6]

1. **Sistem Deteksi Jaringan Saraf Tiruan**

JST adalah salah satu metode deteksi yang paling sering digunakan untuk deteksi osilasi kontrol loop. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa JST memiliki kemampuan yang baik untuk mendeteksi, mengklasifikasikan dan mendiagnosis osilasi kontrol loop pada proses industri. Penelitian saat ini membuktikan bahwa deteksi osilasi dan proses diagnosis berdasarkan teknik JST dapat diandalkan dalam deteksi osilasi untuk proses industri yang semakin kompleks. JST memungkinankan semua deteksi osilasi dilakukan secara otomatis dan akurasi serta efisiensi dan efektivitasnya bisa semakin ditingkatkan dengan melakukan pelatihan sistem dan pembelajaran mandiri. Ini memungkinkan sistem untuk dapat diperbaharui mengikuti keadaan dan pengembangan proses industri kedepannya.

Heo [12] menjelaskan bahwa jumlah lapisan yang lebih banyak akan mengkompensasi kelemahan sifat perceptron yang hanya bisa melakukan perhitungan linier dan memungkinkan perhitungan nonlinier untuk dilakukan. Pada deteksi osilasi hal ini sangat penting karena pada proses industri kebanyakan osilasi yang terjadi karena proses dinamis tidak hanya statis. Selain itu dengan semakin berkembangnya proses industri, sistem ini juga dapat berkembang untuk memecahkan masalah yang ada.

Penambahkan jumlah layer juga bisa meningkatkan akurasi deteksi yang didapatkan. Meskipun memiliki lebih banyak layer memberikan peningkatan akurasi deteksi secara keseluruhan, perlu diingat bahwa dibutuhkan waktu dan usaha yang lebih dalam proses deteksi dan pelatihan sistemnya. Selan itu tidak selalu penambahan layer akan menambah performa sistem. Ada batas jumlah layer yang ditambahkan hanya akan menambah akurasi sangat sedikit atau bahkan tidak sama sekali. Hal ini bisa menimbulkan masalah apabila sistem deteksi memerlukan respon yang cepat untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan osilasi. Untuk itu masih diperlukan kajian lebih lanjut lagi mengenai berapa dan pengaruhnya jumlah layer ini terhadap performa sistem deteksi untuk mendapatkan model yang tepat.

Amiruddin [] memberikan Analisis beberapa penggunaan *neural network* untuk solusi deteksi kesalahan dalam proses industri. Ada beberapa jenis JST yang sedang dikembangkan di proses industri. Secara garis besar JST yang digunakan di proses industri adalah *Multi Layer Perceptron* (MLP), *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Recurrent Neural network* (RNN). MLP merupakan JST yang paling umum digunakan[9].

Baik MLP dan CNN dapat digunakan untuk klasifikasi Gambar namun MLP mengambil vektor sebagai input dan CNN mengambil tensor sebagai input sehingga CNN dapat memahami hubungan spasial (hubungan antara piksel gambar yang berdekatan) antara piksel gambar lebih baik sehingga untuk gambar yang rumit CNN akan berkinerja lebih baik daripada MLP. CNN dirancang untuk bekerja untuk klasifikasi Gambar atau Video[10]. RNN dirancang untuk bekerja untuk masalah yang berkaitan dengan prediksi seperti prediksi hasil akhir dari proses dengan menggunakan kombinasi input dan output sebelumnya

Dambros [] memberikan sebuah metode deteksi osilasi dan teknik kuantifikasi baru berdasarkan jaringan saraf tiruan yaitu *three deep feedforward networks* yang dilatih dengan data buatan dengan fitur berbeda yang ditujukan untuk deteksi osilasi, jumlah kuantifikasi periode, dan kuantifikasi amplitudo osilasi. Dengan menggunakan transformasi data dari domain waktu ke domain frekuensi, teknik ini dapat mempelajari berbagai fitur yang ditemukan pada deret waktu industri, yang mencakup data dengan noise, gangguan (rata-rata nonstasioner), intermiten, saturasi, dan nonregularitas dalam osilasi. Selain itu bentuk gelombang yang dihasilkan harmonik dalam domain frekuensi, sehingga efek luaran bisa diabaikan. Sebagai kerugiannya, untuk kuantifikasi deteksi osilasi pada osilasi ganda kurang bisa diandalkan.

Zheng [] memberikan sistem deteksi osilasi yang dihasilkan oleh stiksi katub dengan mengamati hubungan antara keluaran pengontrol (OP) dan posisi katup aktual (MV) dari katup kontrol pada diagram MV(OP). Metode yang diusulkan jurnal adalah secara perlahan merubah perilaku PV, dalam kaitannya dengan perubahan OP, selama stiksi katub terjadi. Metode yang diusulkan membutuhkan algoritma pengelompokan sederhana, yaitu dengan pengelompokan K-means, dan bergantung pada PV dan OP, yang tersedia di setiap industri proses.

1. **Dasar Teori**
2. **Osilasi pada Proses Industri**

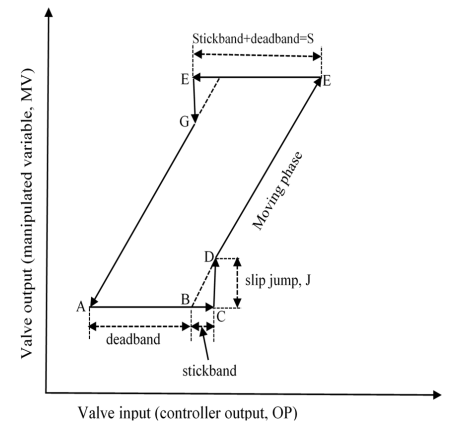
Osilasi adalah fenomena penyimpangan periodik dari set point yang ditentukan, dan sering mengandung sifat random. Hal ini bisa sangat merugikan karena akan meningkatkan variabilitas yang berarti bahwa variabel proses tidak dapat dipertahankan pada kondisi yang diinginkan.

Osilasi bisa dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan sumber dan frekuensinya. Osilasi frekuensi rendah biasanya memiliki periode yang lama antara bulan hingga tahun. Osilasi pada frekuensi ini sulit dideteksi karena osilasi ini bisa disebabkan oleh faktor luar seperti noise karena petir dan cuaca. Namun jenis osilasi ini relatif lebih mudah dikontrol dan bisa dihilangkan dengan pengontrolan yang baik.

Osilasi frekuensi menengah memiliki periode waktu relatif cepat antara jam hingga hari. Osilasi inilah yang paling sering menjadi masalah di industri. Penyebab osilasi antara lain penyetelan pengontrol yang buruk, stiksi / kekakuan katub kontrol, dan berbagai gangguan eksternal. Osilasi frekuensi tinggi sebagian besar disebabkan oleh gangguan dalam pengukuran sensor. Osilasi ini bisa diatasi dengan menggunakan filter pada kontrol proses itu sendiri.

1. **Penyebab Osilasi**

Penyebab terjadinya osilasi adalah karena penyetelan (tuning) pengontrol yang buruk, interaksi proses, gangguan eksternal dan stiksi. Stiksi adalah penyebab yang paling sering dari osilasi kontrol. Stiksi terjadi pada katup kontrol yang disebabkan oleh gesekan statis yang berlebihan antara batang katub dan packing, yang membuat posisi katub berubah-ubah setiap kali sinyal kontrol diberikan pada katub kontrol. Kondisi ini akan menyebabkan terjadinya nonlinieritas antara sinyal output kontrol dan posisi bukaan katub. Kondisi nonlinearitas yang terjadi pada katub stiksi dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Diagram MV (OP) Kondisi Nonlinearitas Katub Stiksi

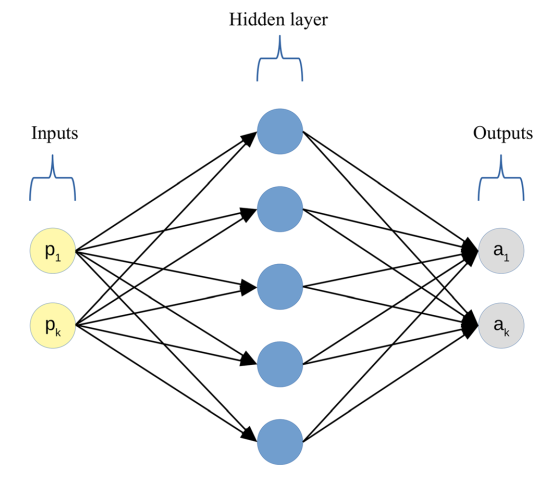
Dalam keadaan normal, OP dan MV akan memiliki hubungan yang linear. Saat terjadi stiksi, hubungan linier antara OP dan MV tidak lagi berlaku, dan katup berperilaku seperti yang digambarkan pada Gambar 2. Perilaku input-output dari katub kontrol terdiri dari deadband, stickband, slip jump, dan moving phase.

Ketika katup bermasalah terjadi stiksi, katub akan menempel, posisi katub (MV) tidak berubah sementara keluaran pengontrol (OP) terus berubah. Katup terlepas dari stiksi ketika perubahan kumulatif dalam OP sama dengan stiction band, dan pada titik ini MV tiba-tiba berubah (ini ditandai dengan slip jump). Setelah katup terlepaskan dari stiksi, maka katub terus bergerak ke atas atau ke bawah (ini disebut moving phase). Ketika OP mengubah arah gerakannya, katup akan menempel lagi, dan katup akan berhenti bergerak. Katup dapat menempel beberapa kali, dan setiap kali, stickband serta slip jump dapat bervariasi. Stiksi katub tidak statis tetapi lebih cenderung dinamis. Inilah yang akan menimbulkan osilasi pada kontrol katub terjadi.

Penyetelan pengontrol yang buruk dapat menjadi penyebab osilasi. Osilasi ini dihasilkan ketika gain pengontrol diatur dekat dengan gain limit dari proses. Selain itu juga bisa terjadi karena aksi penyetelan yang berlebihan yang mengakibatkan sinyal akan terjadi kompresi / damper yang berlebihan. Osilasi juga bisa terjadi karena interaksi dari proses. Karena proses industri terdiri dari interaksi banyak sub -proses, ketika satu loop berosilasi dapat menyebabkan beberapa loop lain ikut berosilasi dengannya. Loop akan berosilasi dengan periode osilasi yang sama. Gangguan eksternal juga bisa menjadi penyebab dari osilasi. Gangguan ini dapat berupa noise yang menyebabkan sinyal kontrol tidak sama dengan yang diinginkan.

1. **Jaringan Saraf Tiruan**

Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu teknik pembelajaran mesin yang berarti memiliki kemampuan belajar mandiri. Jaringan saraf tiruan adalah sistem komputasi yang terinspirasi oleh jaringan saraf biologis yang membentuk otak. JST didasarkan pada kumpulan unit atau simpul yang terhubung yang disebut neuron buatan, yang memodelkan neuron di otak biologis. Setiap koneksi, seperti sinapsis dapat mengirimkan sinyal ke neuron lain. Neuron buatan menerima sinyal kemudian memprosesnya dan dapat memberi sinyal pada neuron yang terhubung dengannya. "Sinyal" pada koneksi adalah bilangan real, dan output dari setiap neuron dihitung oleh beberapa fungsi non-linier dari jumlah inputnya.



**Gambar 1.** Struktur Jaringan Saraf Tiruan

Meskipun ada banyak jenis JST, prinsip dasarnya serupa. JST dapat dianggap sebagai aproksimator universal, di mana hubungan antara dua ruang vektor yang direalisasikan menjadi sebuah sistem. JST terdiri dari lapisan input, lapisan output, dan lapisan tersembunyi di antara mereka. Menghubungkan setiap lapisan adalah neuron (atau node) yang mengandung koefisien bobot yang mempengaruhi keseluruhan struktur jaringan.

Pra-pemrosesan (pemetaan data ke dalam bentuk yang lebih bersyarat) dari data input merupakan aspek penting dalam penggunaan JST untuk membantu mengurangi biaya komputasi, menurunkan beban yang membutuhkan banyak variabel, meningkatkan generalisasi fitur dalam ruang input, menghilangkan noise sebaik mungkin, dan bahkan sebagai bagian dari langkah untuk mendapatkan fitur yang sesuai untuk ruang input. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah pilihan fungsi pelatihan (juga disebut ''metode pelatihan''), ukuran neuron tersembunyi dari setiap lapisan, ukuran sampel ruang input, dan kondisi pengujian.

Klasifikasi JST cukup luas namun, sebagian besar dikategorikan berdasarkan tujuan analisis. Fungsi utama adalah untuk aproksimasi, analisis prediktif, klasifikasi / pengenalan pola, pengelompokan, diantara beberapa lainnya. Dua yang pertama biasanya bergantung pada pembelajaran yang diawasi, di mana input diberi target untuk penataan berulang dari bobot JST internal. Untuk jaringan pengelompokan dan terkadang klasifikasi, ini terutama bergantung pada pembelajaran tanpa pengawasan di mana input digunakan tanpa target, dan data akan disortir berdasarkan ''cluster'', atau grup berdasarkan properti tertentu dari input itu sendiri, misalnya, berdasarkan bentuk, dengan warna, atau dengan kedekatan.

1. **Hipotesis**

Penggunaan Teknik jaringan saraf tiruan sebagai sistem deteksi osilasi kontrol industri mampu meningkatkan akurasi, efisiensi dan performansi dari sistem deteksi yang sudah ada. Dengan mengombinasikan generasi data buatan dan jumlah layer pada jaringan saraf tiruan dan bisa mendekati keadaan sistem deteksi nyata di proses industri.

BAB 3

**METODOLOGI PENELITIAN**

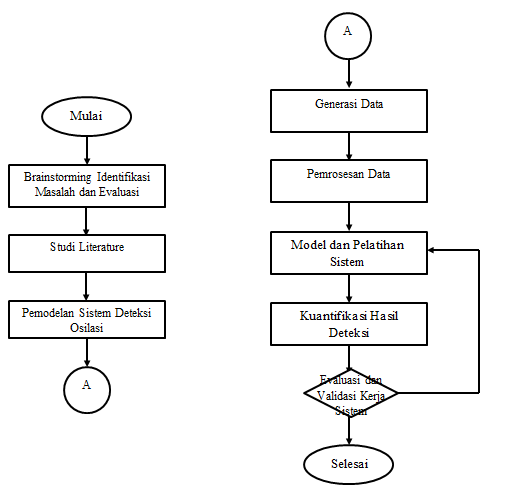
1. **Alat dan Bahan**
2. **Alat Penelitian**

Alat yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini adalah :

1. Laptop Acer dengan spesifikasi Intel® Core™ i5-3200U *processor*, CPU  
   @2.30 GHz, RAM 4,00 GB, 64-bit *Operating System*.
2. Perangkat Lunak *Phyton* versi 2020.1.0.22 (64-Bit) *student research license*.
3. Perangkat Lunak Microsoft Word 2017 dan Microsof Excel 2017 digunakan untuk mengolah data dan menulis hasil penelitian
4. **Bahan Penelitian**

Bahan pelaksanaan pada penelitian ini berupa data-data yang dikumpulkan untuk diolah nantinya. Data yang dipakai adalah dengan menggunakan data Jelali and Huang yang sudah menjadi benchmark dan dipakai sebagai data set pada riset osilasi dan deteksi. Selain itu digunakan pula beberapa data tambahan yang diambil dari data penelitian sistem deteksi sebelumnya yaitu data hasil deteksi yang akan digunakan sebagai komparasi sistem deteksi yang diusulkan.

1. **Metode Penelitian**



**Figure 2**. Metodologi Penelitian

1. **Brainstorming Rumusan Masalah Penelitian**

Brainstrorming dilakukan dengan diskusi antara penulis dengan pembimbing serta tim peneliti yang ada didalamnya termasuk ide-ide untuk merumuskan masalah penilitian serta solusi untuk menyelesaikannya.

1. **Studi Literature**

Studi literatur atau studi pustaka dilakukan mengumpulkan dan menambah pengetahuan penulis tentang permasalahan yang ada pada penelitian ini. Studi pustaka berisi sumber empiris dan teoritis serta referensi-referensi lainnya yang mendukung kelancaran penelitian ini. Sumber pustaka diperoleh dari buku teks, jurnal, makalah, skripsi, tesis, artikel dari internet, dan berbagai dokumen terkait.

1. **Pemodelan Sistem Deteksi Osilasi**

Dari studi literature yang dilakukan model deteksi yang akan digunakan adalah dengan *deep neural network* (DNN), pengembangan JST dengan penambahan dan kombinasi layer tambahan jaringan saraf. Penggunaan DNN dapat meningkatkan akurasi dan efektivitas metode deteksi kesalahan yang ada sebelumnya.

1. **Generasi Data Buatan**

Salah satu permasalahan utama pada pembuatan sistem deteksi adalah untuk mendapatkan data industri. Mendapatkan data industri yang sesuai untuk penelitian sangat sulit. Data industri tidak banyak tersedia karena masalah rahasia dan kalaupun ada jumlahnya mungkin tidak cukup untuk melatih model dengan generalisasi yang baik Jika jumlahnya sesuai, pelabelan diperlukan untuk interpretasi pengguna tentang apa yang termasuk dan yang bukan termasuk loop osilasi. Dengan asumsi bahwa data diberi label dengan benar, belum menjamin bahwa data mencakup rentang proses dan parameter yang cukup luas.

Untuk menghindari masalah ini, data buatan dibuat untuk pelatihan dan validasi jaringan. Kemudian, kinerja jaringan diuji tidak hanya pada data buatan tetapi juga pada data industri. Dua aturan utama diikuti secara ketat untuk pembuatan data. Data buatan harus semirip mungkin dengan data industri; Data buatan harus memiliki contoh dari proses dengan dinamika, konfigurasi, dan karakteristik yang berbeda.

1. **Pemrosesan Data**

Sebelum melatih jaringan dengan data buatan yang dihasilkan, dua prosedur pemrosesan data sederhana masih diperlukan. Perlu adanya pemrosesan untuk memastikan deteksi tidak dipengaruhi noise / gangguan, di mana besarnya dapat sangat bervariasi. Selanjutnya data perlu ditransformasi dari domain waktu ke domain frekuensi dan isolasi informasi. Domain frekuensi akan memberikan informasi tambahan yang tidak diberikan oleh domain waktu. Transformasi data ini dengan *discrete fourier transform* (DFT).

1. **Pelatihan Sistem Deteksi**

Pelatihan sistem deteksi dilakukan untuk mendapatkan sistem yang sesuai untuk dapat mengatasi permasalahan yang ada. Dengan kemampuan dari JST yang bisa melakukan pembelajaran mandiri dengan melakukan pelatihan akurasi, efisiensi dan performansi sistem deteksi akan dapat ditingkatkan. Selain itu perlu didapatkan kombinasi yang sesuai untuk jumlah layer jaringa dan waktu yang dibutuh serta respon sistem deteksi.

1. **Kuantifikasi Model Osilasi**

Hasil deteksi kemudian akan dikuantifikasi untuk melihat bagaimana kineja model. Kuantifikasi dilakukan untuk sistem deteksi menentukan data yang terdapat data osilasi.

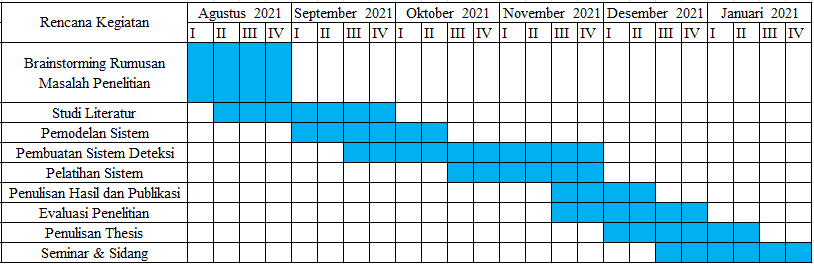
1. **Evaluasi dan Validasi Sistem**

Hasil sistem deteksi kemudian dikomparasikan dengan berbagai model deteksi sebelumnya yang pernah diteliti untuk melihat bagaimana performansinya dibandingkan dengan berbagai sistem lainnya.

JADWAL PENELITIAN

Jadwal penelitian ini dipaparkan pada tabel berikut ini

**Table 4.** Jadwal Penelitian



REFERENSI

[1] Bialkowski, W. L. Dreams vs. Reality: A View from Both Sides of the Gap. Pulp and Paper, Canada 1994, 19−27..

[2] Ender, D. B., Process Control Performance: Not as Good as You Think. Control Eng. 1993, 40 (10), 180−190.

[3] Torres, B. S., Carvalho, F. B., Fonseca, M. O., Filho, C. S., Performance Assessment of Control Loops - Case Studies. In Proc. IFAC ADCHEM; Gramado, Brasil, 2006

[4] Desborough, L., Miller, R. Increasing Customer Value of Industrial Control Performance Monitoring  Honeywell’s Experience. AIChE Symp. Ser. 2002, 153-186.

[5] Dambros, J. W. V, Trierweiler, J. O., Farenzena, M., Kloft M., “Oscillation Detection in Process Industries by a Machine Learning Based Approach," Ind. Eng. Chem. Res. 2019, 58, 14180−14192.

[6] Thornhill, N. F.; Horch, A. Advances and New Directions in Plant-Wide Disturbance Detection and Diagnosis. Control Eng. Pract. 2007, 15 (10), 1196−1206.

[7] Pavlenko, I.; Ivanov, V.; Kuric, I.; Gusak, O.; Liaposhchenko, O., “Ensuring Vibration Reliability of Turbopump Units Using Artificial Neural Networks,” Advances in Manufacturing II - Volume 1, LNME, pp. 165–175, 2019.

[8] Bacci, D. C. R; Scali, C.,“ Review and comparison of techniques of analysis of valve stiction: From modeling to smart diagnosis,” Chemical Engineering Research and Design 1 3 0 (2018) 230–265.

[9] Heo, S.; Lee, J. H., “Fault Detection and Classification Using Artificial Neural Networks,” IFAC PapersOnLine 51-18 (2018) 470–475.

[10] Verma, A. K.; Nagpal, S.; Desai, A.; Sudha, R.; “An Efficient Neural-Network Model For Real-Time Fault Detection In Industrial Machine,” Neural Computing and Applications (2021) 33:1297–1310.