

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab 3 menjelaskan metode penelitian dan juga yang akan membahas mengenai *tools* yang digunakan untuk melakukan penelitian serta pengembangan sistem. Pada bagian ini terdiri beberapa tahap yaitu alur penelitian yang akan dilakukan, alat dan bahan yang mendukung proses pembuatan sistem, perancangan model sistem untuk mendeteksi modulasi sinyal radio dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN), metode pengujian, serta jadwal penelitian. Metode penelitian digunakan dengan melakukan serangkaian uji coba untuk dapat mengetahui hasil akhir yang didapatkan dari penelitian.

3.1 ALAT DAN BAHAN

Dalam pembuatan model sistem klasifikasi modulasi sinyal radio analisis *spektrogram* menggunakan CNN, diperlukan beberapa alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, dibagi menjadi 4 bagian yaitu terdiri dari perangkat keras (*Hardware*), perangkat lunak (*Software*), *Library Python*, serta *dataset*.

3.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam penelitian ini menggunakan *hardware* atau perangkat keras berupa laptop. *Hardware* yang digunakan ditujukan untuk dapat menjalankan *software*. Laptop merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengolah data, menerima data, hingga dapat memberikan *output* atau keluaran sebagai hasil dari penelitian berupa informasi. Laptop ini berperan penting dalam pembangunan sistem model klasifikasi sinyal radio saat melakukan pengambilan data. Adapun spesifikasi *hardware* yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel 3. 1 Perangkat Keras (*Hardware*)

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	CPU	Intel Core i7
2.	Kecepatan CPU	~2,8 GHz
3.	RAM	16 GB (16384MB)

3.1.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Pada perancangan model penelitian menggunakan beberapa jenis *software* dengan sistem operasi *Windows*, yang dapat digunakan untuk menjalankan fungsinya masing-masing, yaitu:

Tabel 3. 2 Perangkat Lunak (*Software*)

No	Nama <i>Software</i>	Fungsi
1	<i>Windows 10</i>	Sistem operasi yang dikembangkan oleh <i>Microsoft</i> yang mendukung berbagai aplikasi dan perangkat keras, serta sering digunakan sebagai <i>platform</i> untuk pengembangan perangkat lunak.
2	<i>Python</i>	Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang banyak digunakan untuk pengembangan web, <i>data science</i> , <i>machine learning</i> , dan <i>artificial intelligence</i> , termasuk untuk mengimplementasikan model <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).
3	Google Colab	IDE berbasis <i>cloud</i> yang memungkinkan pengembangan <i>Python</i> dengan fitur lengkap seperti GPU/TPU gratis, integrasi dengan Google Drive, serta kemudahan berbagi kode dan hasil eksekusi.

3.1.3 Library Python

Selain membutuhkan *software* dan *hardware*, pada penelitian ini juga membutuhkan *library python*. Pada penelitian ini menggunakan beberapa *library python* yang digunakan pada *script code* diantaranya adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Library Python

No	Library	Fungsi
1	<i>Numpy</i>	<i>Library</i> untuk array multidimensi dan komputasi numerik.
2	<i>Matplotlib</i>	<i>Library</i> untuk <i>visualisasi</i> data dan pembuatan grafik.
3	<i>H5py</i>	<i>Library</i> untuk <i>visualisasi</i> data statistik yang lebih estetik.
4	<i>Keras</i>	<i>Library</i> untuk membangun dan melatih model <i>neural network</i> .
5	<i>Os</i>	<i>Library</i> untuk operasi sistem file dan sistem.
6	<i>Random</i>	<i>Library</i> untuk menghasilkan angka acak.
7	<i>Seaborn</i>	<i>Library</i> untuk <i>visualisasi</i> data statistik.

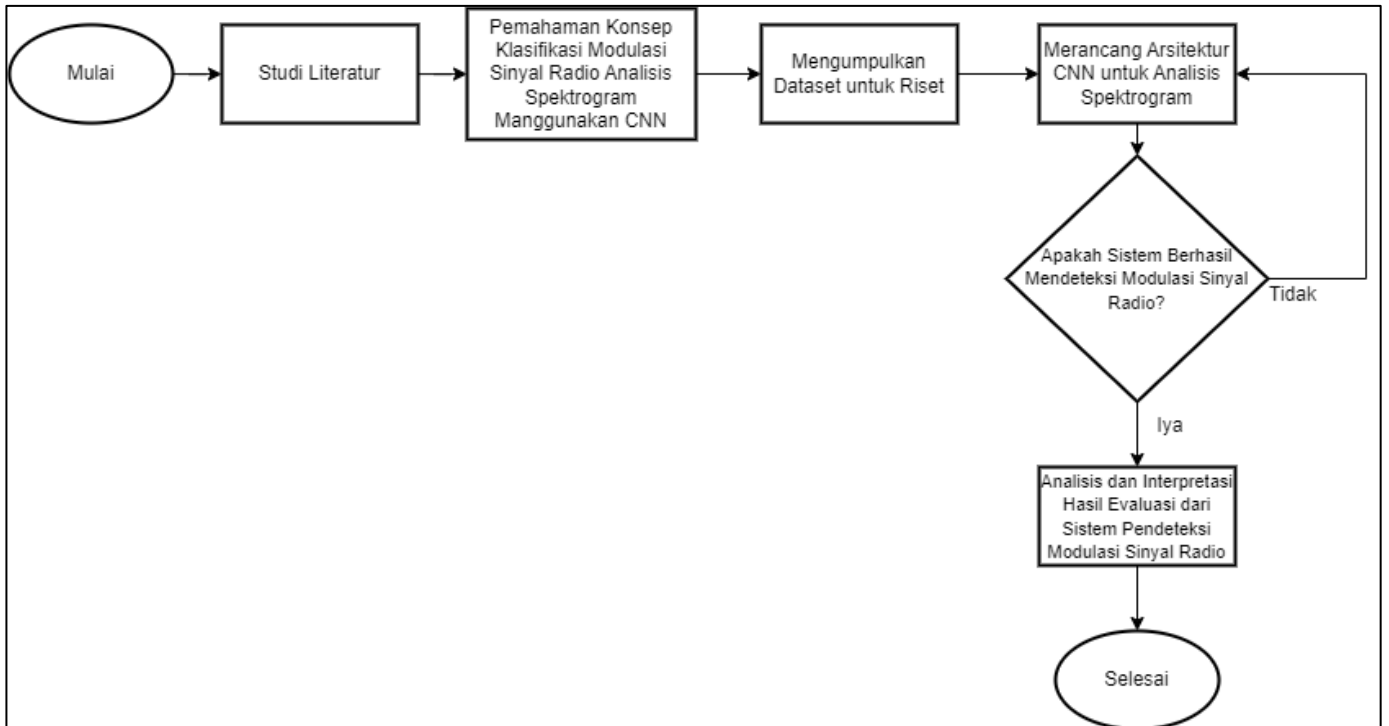
3.1.4 Dataset

Pengambilan sinyal pada dataset *Kaggle* menggunakan *Spektrum analyzer* untuk mengukur amplitudo sinyal *input* terhadap frekuensi dalam rentang frekuensi penuh instrument osiloskop adalah untuk domain waktu. *Spektrum analyzer* sangat mengurangi jumlah *noise* yang ada di pengukuran dan juga memastikan ada tidak ada gangguan dari frekuensi yang lain. Pada penelitian ini, pengukuran dilakukan pada modulasi sinyal radio khususnya pada modulasi QAM. Beberapa jenis untuk menganalisis spektrum yaitu menganalisis spektrum pada seluruh frekuensi dengan rentang frekuensi untuk menampilkan semua komponen pada frekuensi yang ada. Ini memungkinkan pengukuran dilakukan pada rentang dinamis yang besar dan rentang frekuensi yang luas. Selanjutnya pada spektrum berbasis FFT dengan mengambil sinyal waktu, kemudian mendigitalkannya menggunakan pengambilan sampel digital, dan kemudian menerapkannya pada matrik yang diperlukan untuk mengubahnya ke domain frekuensi.

Penelitian ini menggunakan *dataset* yang merupakan kumpulan data yang berasal dari berbagai sumber. Dalam melakukan penelitian ini *dataset* didapatkan dari *situs website Kaggle*, dengan menggunakan dataset berupa QAM. Jumlah *dataset* yang digunakan sebanyak 319.488 citra. Dataset ini dibagi menjadi tiga bagian: data pelatihan, data validasi, dan data pengujian. Perbandingan yang digunakan untuk data pelatihan, data validasi, dan data pengujian adalah 72:20:8 pembagian data ini dilakukan untuk sinyal dengan SNR yang berbeda dalam pelatihan yang dapat menghalangi pelatihan data. *Dataset* ini berisi gambar-gambar sinyal citra yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis Modulasi sinyal untuk melatih model *machine learning* untuk mendeteksi citra *spektrogram* pada CNN.

3.2 ALUR PENELITIAN

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai alur dari penelitian dalam pembuatan model sistem. Alur penelitian dibuat agar proses yang akan dikerjakan nantinya lebih terstruktur serta terorganisir, seperti yang terlihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Flowchart pada Gambar 3.1 menunjukkan alur penelitian yang harus dilakukan secara bertahap untuk dapat digunakan pada penelitian “Klasifikasi Jenis Modulasi Pada Sinyal Radio Berdasarkan Analisis Citra Spektrogram Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN)”, dimana penjelasannya sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada Gambar 3.1 di atas menjelaskan mengenai alur atau tahap dari pembuatan model sistem klasifikasi modulasi sinyal radio. Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang konsep klasifikasi modulasi sinyal radio dan analisis spektrogram menggunakan CNN. Studi literatur dilakukan dengan membaca dan menganalisis berbagai referensi yang relevan, seperti jurnal, publikasi ilmiah, dan sumber-sumber lain yang berkaitan dengan topik penelitian.

2. Pemahaman Konsep menggunakan CNN

Setelah melakukan studi literatur, langkah berikutnya adalah Pemahaman Konsep Klasifikasi Modulasi Sinyal Radio Analisis *Spektrogram* menggunakan CNN. Pada tahap ini, penelitian berfokus pada pemahaman tentang konsep klasifikasi modulasi sinyal radio dan analisis spektrogram menggunakan CNN.

Pemahaman konsep ini penting karena akan membantu dalam merancang pendekatan yang tepat untuk melakukan klasifikasi modulasi sinyal radio berdasarkan analisis spektrogram menggunakan CNN. Pada tahap ini, akan melibatkan diri dalam pemahaman yang lebih mendalam tentang modulasi yang digunakan. Selain itu, juga akan mempelajari prinsip dasar CNN dan bagaimana CNN dapat diterapkan untuk klasifikasi modulasi sinyal radio.

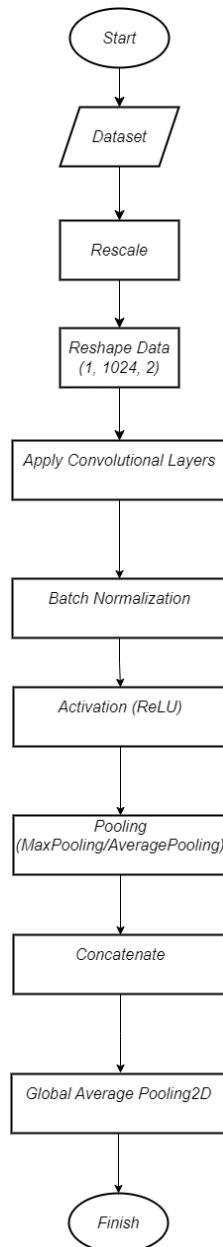
3. Pengumpulan Dataset

Setelah memperdalam pemahaman konsep klasifikasi modulasi sinyal radio dan analisis *spektrogram* menggunakan CNN, langkah berikutnya dalam alur penelitian adalah Pengumpulan *Dataset* untuk Riset. Pada tahap ini, pengumpulan *dataset* diperlukan untuk melatih dan menguji arsitektur CNN yang akan dirancang. Arsitektur ini akan mempelajari pola dan fitur dari *spektrogram* untuk melakukan klasifikasi modulasi sinyal radio. Pada penelitian ini menggunakan *dataset* yang diambil dari *kaggle* yang berisi 319.488 citra spektrogram dengan ukuran 1024x2 piksel dan dengan 3 jenis modulasi yaitu 16 QAM, 32 QAM, dan 64 QAM. Dataset ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *training*, *validation*, dan *testing* dengan rasio 72:20:8. Artinya, 72% dari data digunakan untuk data *pelatihan*, 20% dari data digunakan untuk data validasi dan untuk 8% untuk data pengujian, dengan jumlah data gambar citra 319.488.

4. Merancang Arsitektur CNN

Setelah mengumpulkan dataset, langkah selanjutnya yaitu merancang arsitektur CNN dengan menggunakan model *DenseNet-121*. Dengan cara membuat *flowchart* untuk *preprocessing* model *DenseNet-121* dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Pada Gambar 3.2 menampilkan diagram alur *preprocessing* dengan tujuan untuk mempersiapkan gambar citra sebelum diproses oleh model. Model yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *DenseNet-121*. Langkah pertama dalam proses ini adalah memuat dataset. Selanjutnya, dilakukan *rescaling* untuk menormalisasi nilai piksel citra *Spektrogram* agar berada dalam rentang 0-1, yang dapat membantu meningkatkan kinerja model dan mengurangi waktu pelatihan.



Gambar 3. 2 *Flowchart Preprocessing DenseNet-121*

Setelah itu, data diubah ukurannya menjadi `(1, 1024, 2)` melalui langkah *reshaping* untuk mempersiapkannya sesuai dengan *input* model. Kemudian, *layer* konvolusi diterapkan untuk mengekstraksi fitur penting dari data citra. Langkah berikutnya adalah *batch normalization*, yang membantu mempercepat pelatihan dan meningkatkan stabilitas jaringan. Fungsi aktivasi ReLU diterapkan untuk memperkenalkan non-linearitas ke dalam model, diikuti oleh *pooling (MaxPooling/AveragePooling)* untuk mereduksi dimensi spasial data dan mengurangi kompleksitas komputasi. Hasil dari beberapa

layer kemudian digabungkan menggunakan *layer concatenate* untuk memberikan informasi yang lebih kaya ke dalam model. Terakhir, dilakukan *global average pooling 2D* untuk mereduksi dimensi data menjadi satu dimensi sebelum dikirim ke *layer* akhir atau *dense layer*. Setelah *preprocessing* selesai, dataset dibagi menjadi tiga bagian yaitu *train*, *valid*, dan *test*. Langkah selanjutnya adalah mengekstraksi data dalam bentuk *image data generator*, yang digunakan untuk meng-*generate* data dalam sebuah folder dengan augmentasi yang ditentukan. Teknik augmentasi ini membantu memperbanyak variasi data jika data yang digunakan terbatas. Data citra kemudian diubah ukurannya menjadi 128x128 piksel, sesuai dengan ukuran *input* model *DenseNet*, untuk mengurangi kompleksitas komputasi dan mempercepat proses pelatihan. *Batch size* ditentukan sebesar 128 untuk menjaga keseimbangan antara akurasi dan kecepatan pelatihan. Terakhir, data yang telah diproses digunakan untuk melatih model klasifikasi modulasi sinyal menggunakan model *DenseNet*, yang dilatih dengan menggunakan metrik akurasi selama 80 *epoch*, serta menggunakan *callback* untuk mengurangi *learning rate*, menyimpan model terbaik, dan menghentikan pelatihan jika tidak ada perbaikan.

5. Analisis dan Interpretasi Hasil Evaluasi

Pada tahap ini, analisis hasil evaluasi yang telah dilakukan dan menginterpretasikan temuan yang diperoleh. Analisis hasil evaluasi akan melibatkan berbagai aspek kinerja dan karakteristik sistem dengan menggunakan akurasi, *Presisi*, *Recall*, dan *F1-Score*. Kemudian membandingkan hasil yang diperoleh dengan tujuan penelitian dan standar yang ditetapkan untuk menentukan sejauh mana sistem berhasil dalam mendeteksi modulasi sinyal radio. Hal ini akan membantu untuk memahami faktor apa yang dapat mempengaruhi keberhasilan evaluasi model. Dengan melakukan analisis dan interpretasi, kinerja model dapat diketahui dalam mendeteksi modulasi sinyal radio menggunakan analisis *spektrogram* menggunakan CNN.

3.3 BLOK DIAGRAM

Penelitian ini menggunakan alur pengerjaan yang dibentuk dengan blok diagram yang terlampir pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Blok Diagram

Gambar 3.3 berupa blok diagram penelitian dengan menggunakan gambar Citra *Spektrogram* sinyal radio pada klasifikasi jenis Modulasi, terdapat bagian bagian yang ada pada blok diagram dimana pada bagian *input* yang ditampilkan berupa gambar citra, kemudian arsitektur CNN akan diproses berdasarkan *dataset* yang sebelumnya telah melewati tahap *training* atau pelatihan *dataset*. Terakhir, bagian *output* akan menghasilkan jenis Modulasi sinyal radio pada *Quadrature Amplitude Modulation* dengan tahap data *testing* atau pengujian.

3.4 PERANCANGAN SISTEM

Pada penelitian ini akan dibentuk serta dirancang suatu model yang dimana sistem untuk klasifikasi modulasi sinyal radio dengan analisis *spektrogram* menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan model *DenseNet-121*, sistem ini dipakai karena merupakan salah satu sistem yang mampu untuk mengklasifikasi dalam pengolahan citra dengan baik. Model simulasi yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan *Google Colab* sebagai pengembangan dan menjalankan program. Dalam pemodelannya system akan menggunakan *Python* sebagai bahasa pemrograman. Sistem ini bertujuan untuk mengembangkan program yang dapat menganalisis *spektrogram* sinyal radio dan mengklasifikasikannya ke dalam jenis modulasi yang tepat.

Hasil akhir yang dihasilkan dari sistem klasifikasi modulasi sinyal radio menggunakan analisis *spektrogram* dan *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah kemampuan untuk mengenali dan mengklasifikasikan modulasi sinyal radio dengan tingkat akurasi yang tinggi. Setelah melalui proses pelatihan menggunakan dataset yang telah diproses dan dibagi menjadi set pelatihan, validasi, dan pengujian, model CNN akan mampu mempelajari pola-pola yang

terkandung dalam *spektrogram* sinyal radio. Dengan menggunakan model yang sudah terlatih, sistem akan dapat mengenali jenis modulasi yang ada dalam sinyal radio yang diberikan sebagai *input* . Hasil *output* yang diharapkan adalah label modulasi yang sesuai dengan sinyal radio yang sedang dianalisis. Misalnya, sistem dapat mengklasifikasikan sinyal 16 *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM), 32 *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM), dan 64 *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM).