

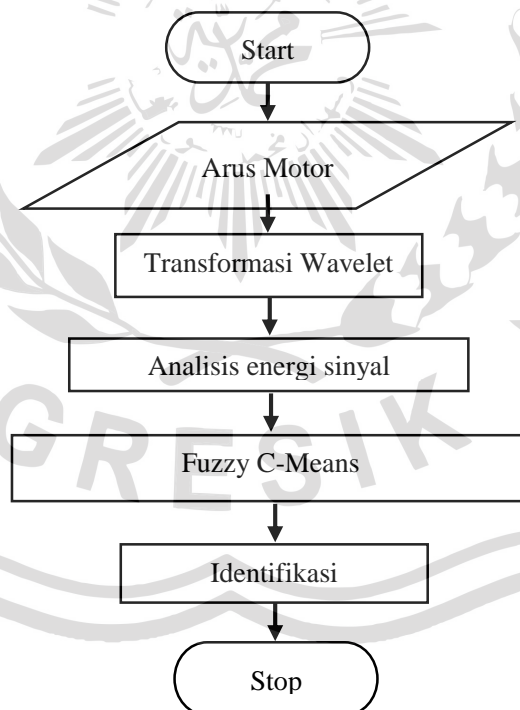
## BAB III

### PEMODELAN SISTEM

Pada bab ini, dibahas langkah-langkah dalam melakukan penelitian, pemodelan sistem, perancangan simulator, dan pembuatan alat hubung singkat.

#### 3.1 Desain Sistem

Beberapa langkah diperlukan untuk mengenali gejala kerusakan pada motor. Langkah awal tersebut adalah pengambilan data spektrum arus motor untuk kondisi normal atau pun kondisi hubung singkat. Selanjutnya pada data arus motor yang telah didapatkan, dilakukan transformasi wavelet jenis wavelet haar pada level tiga untuk mereduksi jumlah sampel data dan sekaligus melakukan analisis level energi sinyal.

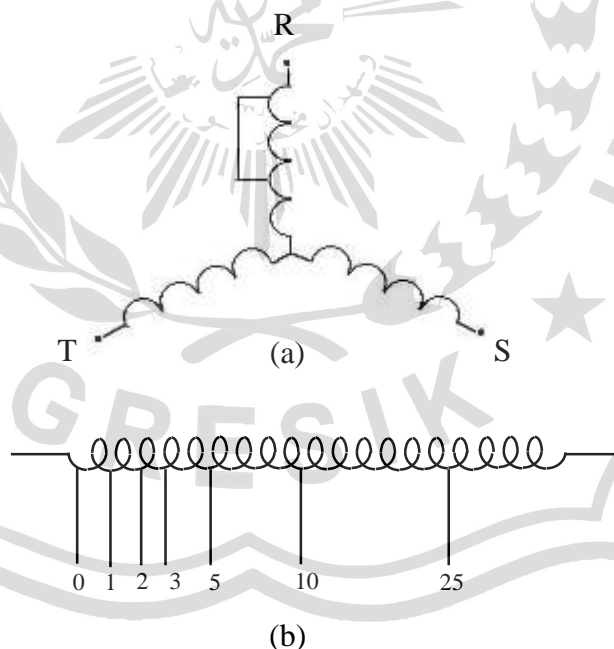


Gambar 3.1. diagram Flowchart

Langkah ketiga, hasil dari analisis energi tersebut digunakan sebagai masukan pada *fuzzy c-means* sehingga terbentuk pengelompokan data berdasarkan jenis kerusakan yang telah dikondisikan pada motor. Supaya proses tersebut lebih jelas, dapat dilihat dalam flowchart di Gambar 3.1.

### Perancangan Simulator

Spesifikasi motor yang dipergunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: motor induksi tiga fasa, 2 HP, 380/220 volt, 50 Hz dan empat kutub. Motor induksi tiga fasa tersebut memiliki slot stator berjumlah 36 slot dengan masing-masing slot terdiri dari 61 belitan. Sehingga setiap fasa memiliki alokasi slot sejumlah 12 slot per fasa atau 6 slot per satu pasang kutub.



**Gambar 3.2.** (a) Rangkaian belitan wye dan letak hubung singkat

(b) Motor dengan modifikasi belitan stator pada salah satu slotnya

Motor induksi tiga fasa tersebut dioperasikan tanpa beban. Motor tersebut mempunyai stator yang telah dimodifikasi salah satu slot belitannya sehingga tampak seperti Gambar 3.2. Selanjutnya motor dihubungkansingkatkan pada belitan sesuai kombinasi yang dapat dibentuk dari *tapping* slot pada Gambar 3.2(b). Jumlah data yang diambil untuk tiap kasus sebanyak 30 data untuk kasus motor normal dan 10 data untuk setiap kasus hubung singkat. Tabel 3.1 menjelaskan tentang kasus hubung singkat yang akan dilakukan pada motor.

**Tabel 3.1.** Data percobaan motor induksi tiga fasa

Jenis kasus	<i>Tapping</i>	Jumlah belitan hubung singkat	Jumlah data
Normal	-	-	30
<i>Variasi Hubung Singkat</i>	0-5	5 belitan	10
	0-10	10 belitan	10
	0-25	25 belitan	10
	1-25	24 belitan	10
	2-25	23 belitan	10
	3-25	22 belitan	10
	5-25	20 belitan	10
	10-25	15 belitan	10

Motor dihubungkansingkatkan dengan variasi jumlah belitan yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan untuk melihat perbedaan pola hubung singkat yang terjadi sesuai dengan kasus sebenarnya di lapangan. Pada percobaan ini, jenis hubung singkat yang terjadi adalah hubung singkat antar belitan dalam satu fasa. Karena

awal dari jenis hubung singkat yang lain adalah hubung singkat satu fasa.

### 3.2 Pengumpulan Data

Hubung singkat sesaat dihasilkan dengan bantuan *mikrokontroler*. Penggunaan *mikrokontroler* berdasarkan pertimbangan bahwa lamanya proses *switching* yang cukup singkat dan membutuhkan keseragaman waktu *switching*, yang tidak dapat diperoleh dari peralatan *switching* manual menggunakan *push button* sehingga tidak mempengaruhi data yang dihasilkan. Durasi *switching* yang digunakan sekitar 0,05 detik. Sedangkan lokasi hubung singkat dan jumlah slot hubung singkat dapat ditentukan berdasarkan kedudukan selektor.

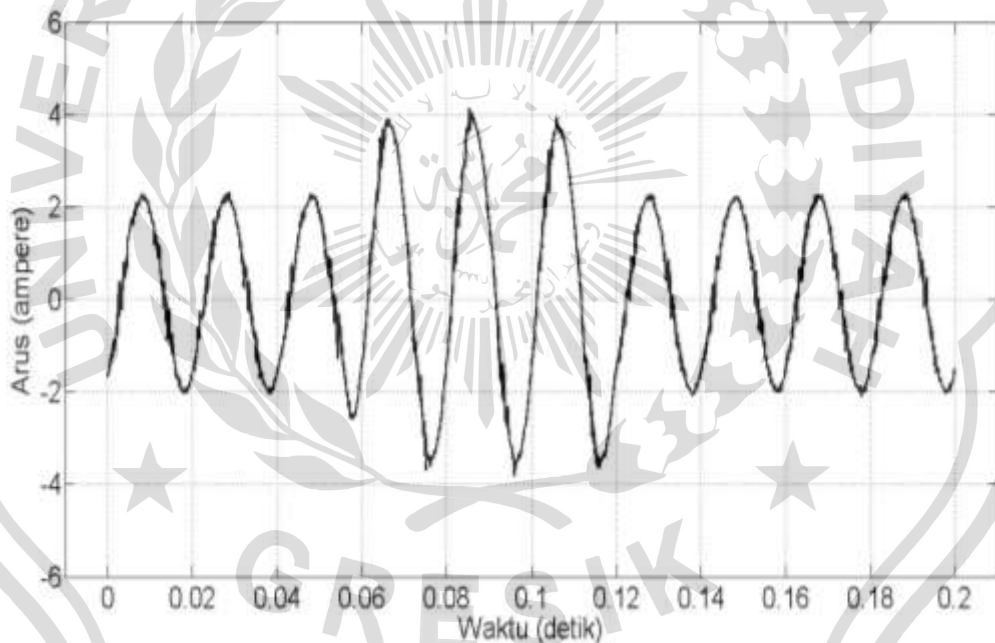
Pada tahap ini diambil data bentuk gelombang arus motor induksi normal maupun yang mengalami gangguan. Data arus normal didapatkan ketika mikrokontroler tidak mengirimkan sinyal perintah hubung singkat pada *solid state relay* (SSR), sedangkan data hubung singkat diperoleh ketika *mikrokontroler* memberikan sinyal hubung singkat sesaat pada SSR.

Pengambilan data menggunakan data acquisition NI PXIe-5112 buatan Nasional Instrument. Probe NI PXIe-5112 dihubungkan ke rangkaian fasa motor. Selanjutnya data arus motor yang terekam di data acquisition dikirim ke personal computer (PC) menggunakan kabel serial RS-232. Sedangkan, sebelumnya di PC diinstal terlebih dulu software LabView agar arus motor dapat termonitoring secara on-line. Data acquisition NI PXIe-5112 dan software labview

### 3.3 Ekstraksi Ciri

Dalam analisis, arus hubung singkat dapat dibagi menjadi tiga daerah seperti

yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Awalnya motor beroperasi secara normal, maka arus yang mengalir juga normal. Setelah itu, pada detik ke-0,06, terjadi hubung singkat yang menyebabkan arus meningkat dengan cepat. Hubung singkat terjadi selama 2,5 *cycle* atau 0,05 sekon. Selanjutnya pada detik ke-0,13 hubung singkat telah berakhir. Pendeteksian waktu permulaan, *steady state* dan akhir hubung singkat dapat memberikan beberapa informasi tentang perilaku hubung singkat yang terjadi. Informasi itu meliputi seberapa buruk hubung singkat dan lama hubung singkat yang terjadi. Informasi ini berguna dalam program pemeliharaan di masa depan [7].



**Gambar 3.3** sinyal hubung singkat pada bilitan stator

Setelah pendeteksian tahap-tahap hubung singkat selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan transformasi wavelet dari sinyal arus tersebut. Dari hasil transformasi wavelet, diperoleh magnitudo dan level energi dari sinyal frekuensi

tinggi (sinyal detail) tersebut. Energi dari sinyal detail dihitung dari Persamaan 3.1.

$$e = \sum_{n=1}^{n=k} (d(n))^2 \quad (3.1)$$

a. Range : Kriteria range adalah mengambil nilai selisih antara max dan min high frekuensi signal pada masing-masing level.

$$\text{Range} = \text{Max of signal} - \text{min of signal}$$

b. Sum : High frekuensi Signal dimutlakkan dan selanjutnya di jumlahkan pada rentang data tertentu.

$$\text{Sum} = \sum_{n=1}^{n=k} |d(n)|$$

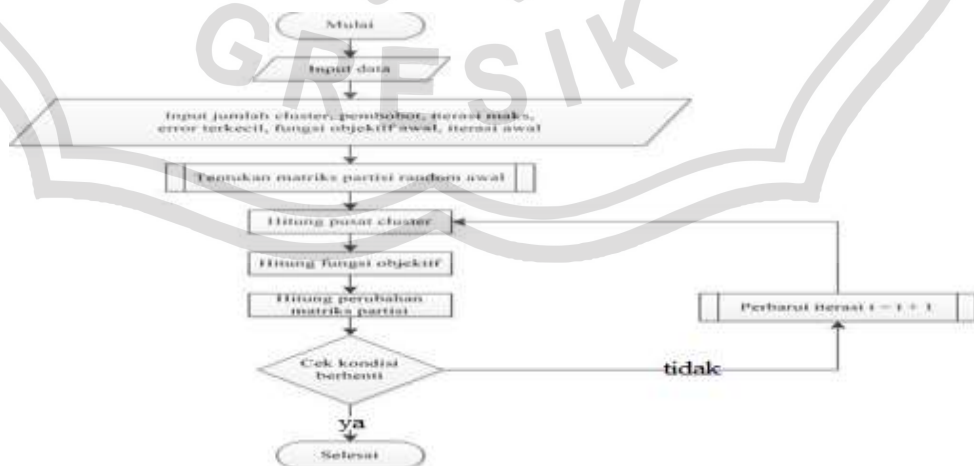
c. Energi : Masing – masing nilai high frekuensi signal dikuadratkan dan selanjutnya dikuadratk

$$e = \sum_{n=1}^{n=k} (d(n))^2$$

Nilai dari energi sinyal detail tersebut digunakan sebagai masukan untuk *Fuzzy C-means*

### 3.4 Fuzzy C-Means

Data-data dari ekstraksi ciri max, range, sum dan energi dari motor normal dan motor misalignment akan digunakan sebagai inputan fuzzy c-means.



Gambar 3.4 flowhart Fuzzy C-Means

^ Pengolahan data fuzzy c-means menggunakan softwear Matlab. Jumlah cluster yang diinginkan pada kasus ini adalah 3 (tiga) cluster, sesuai dengan jumlah konsentrasi yang. Jumlah iterasi maksimum diseting sebanyak 100 (seratus) kali dengan error terkecil yang diharapkan sebesar 0.00001, dengan nilai perpangkatan adalah 2, fungsi objektif awal adalah 0 (nol) dan iterasi awal adalah 1 (satu).

