

## BAB III

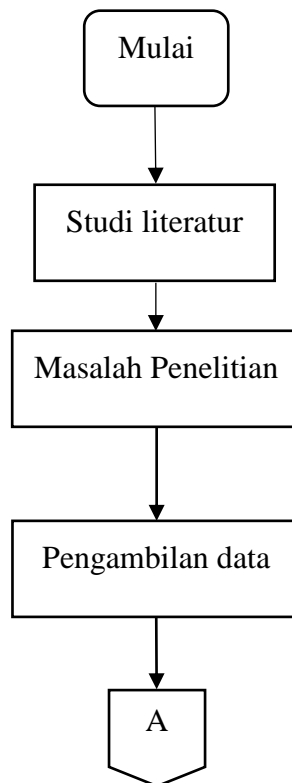
### METODOLOGI PENELITIAN

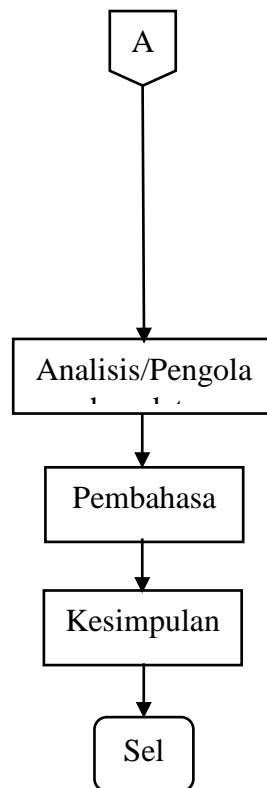
#### 3.1 Lokasi Penelitian

Objek yang akan diteliti pada penelitian ini ialah pada Transformator Distribusi di Kota Bandung. Pengambilan data dilakukan di PT. PLN (Persero) UID Jawa Barat UP3 Bandung, yang terletak di Jln Soekarno Hatta No.436, Kota Bandung, Jawa Barat 40225.

#### 3.2 Alur Penelitian

Penelitian yang terarah dan sistematis membutuhkan pembuatan *flowchart* penelitian. *Flowchart* ini berisi langkah-langkah penelitian, mulai dari langkah awal, yaitu studi literature dan studi lapangan, lalu menentukan masalah penelitian, selanjutnya proses pengambilan data, sehingga bisa dilakukan proses pengolahan data, lalu dilakukan pembahasan, hingga ke langkah akhir, yaitu penulisan kesimpulan.





Gambar 3.1 *Flowchart Penelitian*

### 3.3 Teknik Analisis

#### 1.3.1 Metode Susut Umur Transformator

Pemburukan isolasi pada transformator akan menjadi semakin cepat apabila isolasi tersebut bekerja pada suhu diatas dari batas yang diizinkan (dalam hal ini adalah suhu hot spot). Menurut standar IEC 354 yang telah menjadi standar PLN (SPLN 17 A:1979), sebuah transformator akan mengalami umur yang normal pada kondisi “suhu hot spot 98°C pada pembebanan yang terus-menerus” dengan suhu lingkungan (ambient temperature) 20°C. Apabila transformator tersebut mengalami suhu hot spot yang lebih dari 98°C, maka susut umur dari transformator tersebut akan semakin cepat yang dapat menyebabkan umur transformator tersebut akan lebih pendek dari yang diharapkan.

Standar IEC 354 memberikan faktor beban terus menerus yang dapat menghasilkan suhu hot spot 98°C dari berbagai suhu lingkungan dan setiap jenis

pendinginan, oleh karena itu memungkinkan untuk menghitung kemampuan pembebanan terus menerus berdasarkan suhu lingkungan sekitar.

Tabel 3.1 Pembebanan yang diizinkan pada suhu sekitar yang berbeda

Ambient temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )		-25	-20	-10	0	10	20	30	40	
Hot-spot temperature rise (K)		123	118	108	98	88	78	68	58	
K <sub>24</sub>	Distribution	ONAN	1,37	1,33	1,25	1,17	1,09	1,00	0,91	0,81
	Power transformer	ON	1,33	1,30	1,22	1,15	1,08	1,00	0,92	0,82
		OF	1,31	1,28	1,21	1,14	1,08	1,00	0,92	0,83
		OD	1,24	1,22	1,17	1,11	1,06	1,00	0,94	0,87

Berdasarkan SPLN, transformator di Indonesia dirancang untuk dapat digunakan pada suhu lingkungan sekitar yang tidak melebihi  $40^{\circ}\text{C}$  dan pada suhu rata-rata harian  $30^{\circ}\text{C}$  serta suhu rata-rata tahunan yaitu  $30^{\circ}\text{C}$ . International electrotechnical commission (IEC) dan SPLN 2017 menetapkan umur transformator 20 tahun atau setara dengan 7300 hari apabila terbebani 100% dari nilai rating daya transformator pada suhu sekitar  $20^{\circ}\text{C}$ , sehingga susut umur normal transformator tersebut adalah 0,0137% per hari. Susut umur karena suhu titik panas dapat dilihat pada tabel.

Para peneliti belum sepenuhnya sependapat mengenai susut umur transformator pada temperatur tertentu. Akan tetapi mereka setuju bahwa antara rentang  $80^{\circ}\text{C}$ - $140^{\circ}\text{C}$  laju penuaan transformator mengganda untuk setiap kenaikan  $6^{\circ}\text{C}$  suhu dan nilai ini digunakan sebagai dasar penelitian.

Tabel 3.2 Susut Umur Akibat Kenaikan Suhu

Q( $^{\circ}\text{C}$ )	Susut Umur (p.u)	Perkiraan Umur (Tahun)
80	0,125	>20
86	0,25	>20
92	0,5	>20
98	1	20
104	2	10
110	4	5
116	8	2,5
122	16	1,25
128	32	0,625
134	64	0,5125
140	128	0,15625

### 1.3.2 Rumus-rumus Susut Umur Transformator Distribusi

Rumus Montsinger untuk mendapatkan kecepatan relatif pada tiap titik panas diatas suhu normal (98°C) pada beban nominal serta suhu sekitar acuan serta peningkatan suhu kumparan. Untuk desain transformator mengacu pada standar IEC 76 dan IEC 354, nilai relatif dari umur pemakaian transformator bergantung pada suhu titik panas. Hubungan suhu ini terhadap operasi dalam suhu sekitar 30°C pada nilai daya nominal transformator menaikkan suhu titik panas sebesar 68°C. Nilai relatif dari umur pemakaian didefinisikan sebagai berikut : (Bicen, Y Dkk, 2011)

$$V = 2^{\frac{\theta_h - 98^{\circ}C}{6}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dalam menghitung pengurangan umur transformator, maka diberikan persamaan agar dapat menentukan besarnya susut umur, sebagai berikut : (Krestovel, K Dkk, 2015)

$$\text{Susut umur (24 jam)} = (t \times \text{susut umur 1}) + (t \times \text{susut umur 2}) \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana : t = waktu (jam)

Karena pembebanan transformator berubah setiap harinya, maka sulit menentukan pola pembebanan harian dari transformator tersebut. Oleh sebab itu dalam penelitian ini diasumsikan pola pembebanan hariannya adalah sama. Perhitungan perkiraan umur transformator di bawah ini hanya memperhitungkan pengaruh penurunan isolasi belitan. (Gultom, P Dkk, 2017)

$$\text{Perkiraan sisa umur pada tahun ke-n} = \frac{\text{Umur Dasar-n}}{\text{Susut Umur}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana : n = lama waktu transformator telah beroperasi (tahun)

### 3.3.3 Data Penelitian

Dari total 260 transformator distribusi di PT PLN Kota Bandung, transformator distribusi yang akan digunakan sebagai obyek penelitian adalah transformator yang terbebani di atas 70% adalah sebanyak 35 buah.

Untuk dapat melakukan perhitungan maka diperlukan sejumlah data-data masukan, berikut beberapa data masukan dari ketiga puluh lima transformator distribusi yang menjadi objek penelitian.:

1. Data Transformator

Transformator : 3 phasa

Jenis pendinginan : ONAN (Oil Natural Air Natural)

Tegangan primer : 20 KV

2. Data Temperatur

Temperatur rata-rata harian kota Bandung: 26° C–31° C

Oleh karena itu pada penelitian ini suhu sekitar (ambient temperature) yang digunakan adalah 30° C

3. Data pembebanan

Untuk data pembebanan transformator yang menjadi bahan penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Data Penelitian

No	Gardu	Tahun	Rating (KVA)	Pembebanan (KVA)			
				Siang	Ratio	Malam	Ratio
1	GKR	2002	400	316,37	79,09%	346,82	86,71%
2	CNP	2000	400	267,72	66,93%	335,01	83,75%
3	SRAA	2008	100	55,22	55,22%	71,65	71,65%
4	PGKA	2002	400	232,79	58,20%	292,67	73,17%
5	PRV	2004	250	142,62	57,05%	240,57	96,23%
6	DCG	1979	400	221,74	55,44%	303,27	75,82%
7	KSI	2002	315	229,97	73,01%	279,04	88,59%
8	SBM	2015	250	243,96	97,58%	233,16	93,26%
9	PNCA	1980	630	473,86	75,22%	395,48	62,77%
10	DCKC	1999	100	64,77	64,77%	88,94	88,94%
11	DTH	2009	630	469,10	74,46%	490,39	77,84%
12	ATPP2	2001	250	165,78	66,31%	215,82	86,33%
13	ATPV	2011	400	259,11	64,78%	350,76	87,69%
14	BJP	2015	250	130,82	52,33%	192,54	77,01%
15	BSI 1	1992	630	378,21	60,03%	511,44	81,18%
16	BSI 3	2017	250	161,96	64,78%	198,80	79,52%
17	BKNA	2000	250	183,09	73,23%	205,08	82,03%
18	BKR	2002	400	231,80	57,95%	281,96	70,49%
19	BKRB	2003	315	186,28	59,14%	235,97	74,91%
20	CKDA	2012	400	201,76	50,44%	283,99	71,00%
21	KBTA	2003	250	175,38	70,15%	199,66	79,86%
22	RBLA	2001	100	78,26	78,26%	92,30	92,30%

23	RMG	1999	315	212,76	67,54%	247,80	78,67%
24	ITA	1986	630	459,25	72,90%	450,86	71,56%
25	ANS	2005	250	216,96	86,78%	202,65	81,06%
26	AMK	2012	400	198,99	49,75%	286,79	71,70%
27	AMKD	1982	250	157,34	62,94%	189,32	75,73%
28	AMKEE	2013	100	50,48	50,48%	76,04	76,04%
29	AMKH	2013	100	62,91	62,91%	77,89	77,89%
30	PGS	2000	200	118,91	59,45%	176,96	88,48%
31	PKN	2002	250	168,48	67,39%	235,94	94,38%
32	PMDR	1999	250	160,26	64,10%	204,71	81,88%
33	CMB	2002	400	258,57	64,64%	337,49	84,37%
34	KPIB	2004	200	153,61	76,80%	186,37	93,18%
35	KPIC	2008	250	116,37	46,55%	180,61	72,24%