

BAB IV

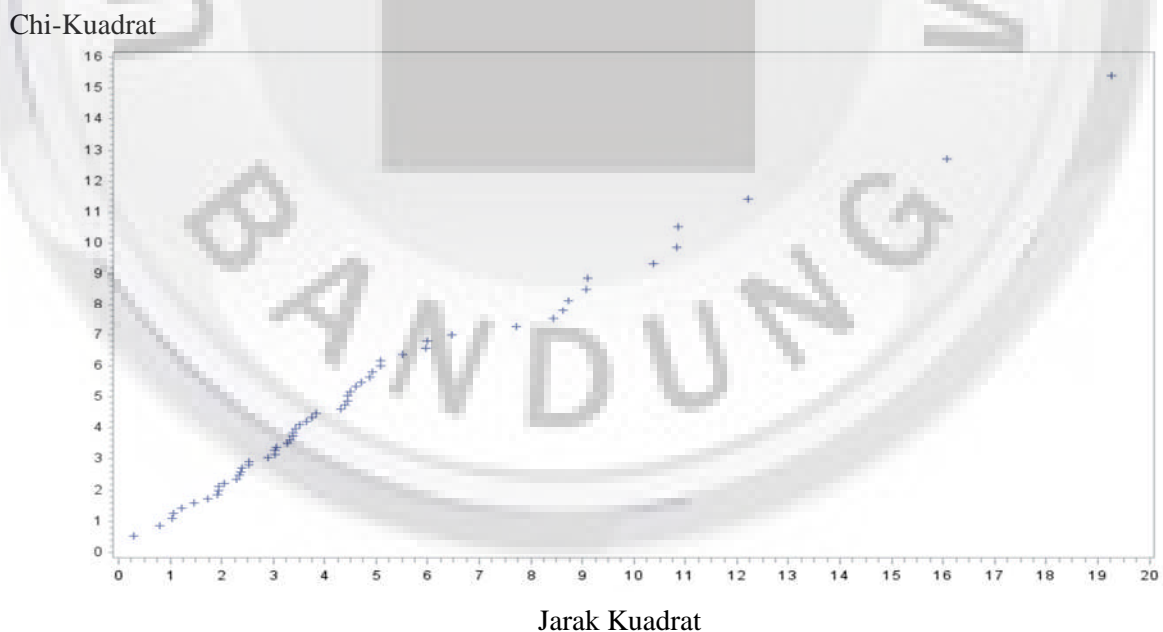
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Berdasarkan data pengamatan yang diuraikan pada Bab III, selanjutnya akan dilakukan analisis data melalui langkah-langkah dalam menggunakan metode t-bootstrap untuk pembentukan diagram kendali *minimax* multivariat. Pada bab ini, diawali dengan uji normalitas multivariat. Selanjutnya menampilkan hasil dari metode t-bootstrap untuk membentuk diagram kendali *minimax* multivariat. Kemudian menentukan batas kendali *minimax* multivariat untuk karakteristik kulit pesawat airbus dengan ketebalan 1,6 mm dari bulan Maret-Mei tahun 2015 di PT. Dirgantara Indonesia.

4.2 Uji Normalitas Multivariat

Berikut ini hasil pengujian normalitas multivariat melalui plot chi-kuadrat dengan menggunakan *software* SAS, hasilnya sebagai berikut :



Gambar 4.1

Plot Chi-kuadrat untuk Uji Normalitas Multivariat

Dapat dilihat bahwa hasil plot chi-kuadrat diatas cenderung membentuk pola yang linier, sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil pengukuran karakteristik kulit pesawat airbus dengan ketebalan 1,6 mm dari bulan Maret-Mei tahun 2015 di PT. Dirgantara Indonesia memberikan indikasi bahwa normalitas terpenuhi atau data tersebut berdistribusi normal multivariat.

4.3 Metode T-Bootstrap untuk Membentuk Diagram Kendali *Minimax* Multivariat

Dalam skripsi ini, variabel karakteristik kulit pesawat yang diamati adalah *tensile strength* (X_1), *yield strength* (X_2), *elongation* (X_3), *hardness* (X_4), dan *conductivity* (X_5). Untuk setiap variabel dilakukan bootstrap sebanyak 10000 kali, untuk mendapatkan nilai $\hat{\theta}^*$, SD^* dan $Z^*(b)$. $Z^*(b)$ diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.9), hasilnya disajikan pada Tabel 4.1- Tabel 4.5.

Tabel 4.1

Nilai $\hat{\theta}^*$, SD^* dan $Z^*(b)$ untuk Variabel *Tensile Strength*

No	$\hat{\theta}^*$	SD^*	$Z^*(b)$
1	461,663	7,572	1,588
2	460,046	9,399	-0,019
3	459,523	8,862	-0,466
⋮	⋮	⋮	⋮
10.000	459,333	7,752	-0,717

Tabel 4.2

Nilai $\hat{\theta}^*$, SD^* dan $Z^*(b)$ untuk Variabel *Yield Strength*

No	$\hat{\theta}^*$	SD^*	$Z^*(b)$
1	396,635	13,194	0,289
2	396,990	12,843	0,506
3	396,774	13,716	0,355
⋮	⋮	⋮	⋮
10000	395,070	11,953	-0,669

Tabel 4.3

Nilai $\hat{\theta}^*$, SD^* dan $Z^*(b)$ untuk Variabel *Elongation*

No	$\hat{\theta}^*$	SD^*	$Z^*(b)$
1	11,351	0,939	0,310
2	11,184	1,089	-0,895
3	11,213	0,971	-0,777
⋮	⋮	⋮	⋮
10000	11,369	0,997	0,423

Tabel 4.4

Nilai $\hat{\theta}^*$, SD^* dan $Z^*(b)$ untuk Variabel *Hardness*

No	$\hat{\theta}^*$	SD^*	$Z^*(b)$
1	150,560	0,369	0,018
2	150,613	0,373	1,101
3	150,513	0,439	-0,783
⋮	⋮	⋮	⋮
10000	150,542	0,353	-0,356

Tabel 4.5

Nilai $\hat{\theta}^*$, SD^* dan $Z^*(b)$ untuk Variabel *Conductivity*

No	$\hat{\theta}^*$	SD^*	$Z^*(b)$
1	40,319	0,317	-2,429
2	40,415	0,397	-0,122
3	40,434	0,331	0,297
⋮	⋮	⋮	⋮
10000	40,398	0,327	-0,539

Setelah diperoleh nilai-nilai di atas untuk setiap variabel, selanjutnya dihitung nilai $\bar{\theta}^*$ (persamaan 2.8), dan \overline{SD}^* yang diperoleh dari 10000 kali bootstrap. Sedangkan nilai \bar{Z} dan \bar{X} diperoleh dari 57 observasi untuk setiap variabel, hasilnya disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6

Nilai $\bar{\theta}^*$, \bar{SD}^* , \bar{Z} dan \bar{X} untuk Kelima Variabel

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
$\bar{\theta}^*$	460,085	396,142	11,315	150,559	40,421
\bar{SD}^*	8,652	14,133	0,972	0,400	8,652
\bar{Z}	0,385	0,491	0,041	0,101	0,009
\bar{X}	460,070	396,129	11,313	150,559	40,421

4.4 Batas Kendali *Minimax* Multivariat untuk Karakteristik Kulit Pesawat Airbus dengan Ketebalan 1,6 mm dari Bulan Maret-Mei Tahun 2015 di PT. Dirgantara Indonesia

Dari Tabel 4.1-4.5 diperoleh nilai-nilai $Z^*_{(1)}-Z^*_{(5)}$, nilai tersebut digunakan untuk menentukan batas kendali *minimax*. Penentuan batas kendali UCL dan LCL bergantung pada nilai probabilitas error tipe I atau taraf nyata (α). Misalkan $\alpha = 0,01$, selanjutnya nilai tersebut menjadi 0,04, sehingga diperoleh batas-batas kendali sebagai berikut:

Tabel 4.7

Hasil Z^* dari Kelima Variabel untuk Memperoleh Nilai Z^*_{Min} dan Z^*_{Max}

Bootstrap	$Z^*_{(1)}$	$Z^*_{(2)}$	$Z^*_{(3)}$	$Z^*_{(4)}$	$Z^*_{(5)}$	Z^*_{Min}	Z^*_{Max}
1	1,588	0,290	0,311	0,018	-2,429	-2,429	1,588
2	-0,019	0,507	-0,895	1,101	-0,122	-0,895	1,101
3	-0,466	0,355	-0,777	-0,783	0,297	-0,783	0,355
4	-0,779	-0,079	-1,244	-0,959	1,117	-1,244	1,117
5	-0,114	-0,114	-0,086	0,268	-0,951	-0,951	0,268
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9999	-0,426	-0,840	-0,711	0,160	-0,577	-0,840	0,160
10000	-0,717	-0,669	0,423	-0,356	-0,539	-0,717	0,423

Selanjutnya kolom minimum dan kolom maksimum diurutkan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar untuk menentukan UCL dan LCL. Misalnya untuk $\alpha = 0,01$ LCL diperoleh pada urutan ke-200 (0,04 dibagi 2 dikali 10000) dan UCL diperoleh pada urutan ke-9800 ([1- (0,04 dibagi 2)] dikali 10000).

Tabel 4.8

Nilai Z^*_{Min} dan Z^*_{Max} yang Sudah Diurutkan

Urutan	Z^*_{Min}	Z^*_{Max}
1	-4.234	-0.737
2	-3.920	-0.730
⋮	⋮	⋮
200	-2.530	-0.017
⋮	⋮	⋮
9800	0.072	3.217
⋮	⋮	⋮
10000	1.071	6.141

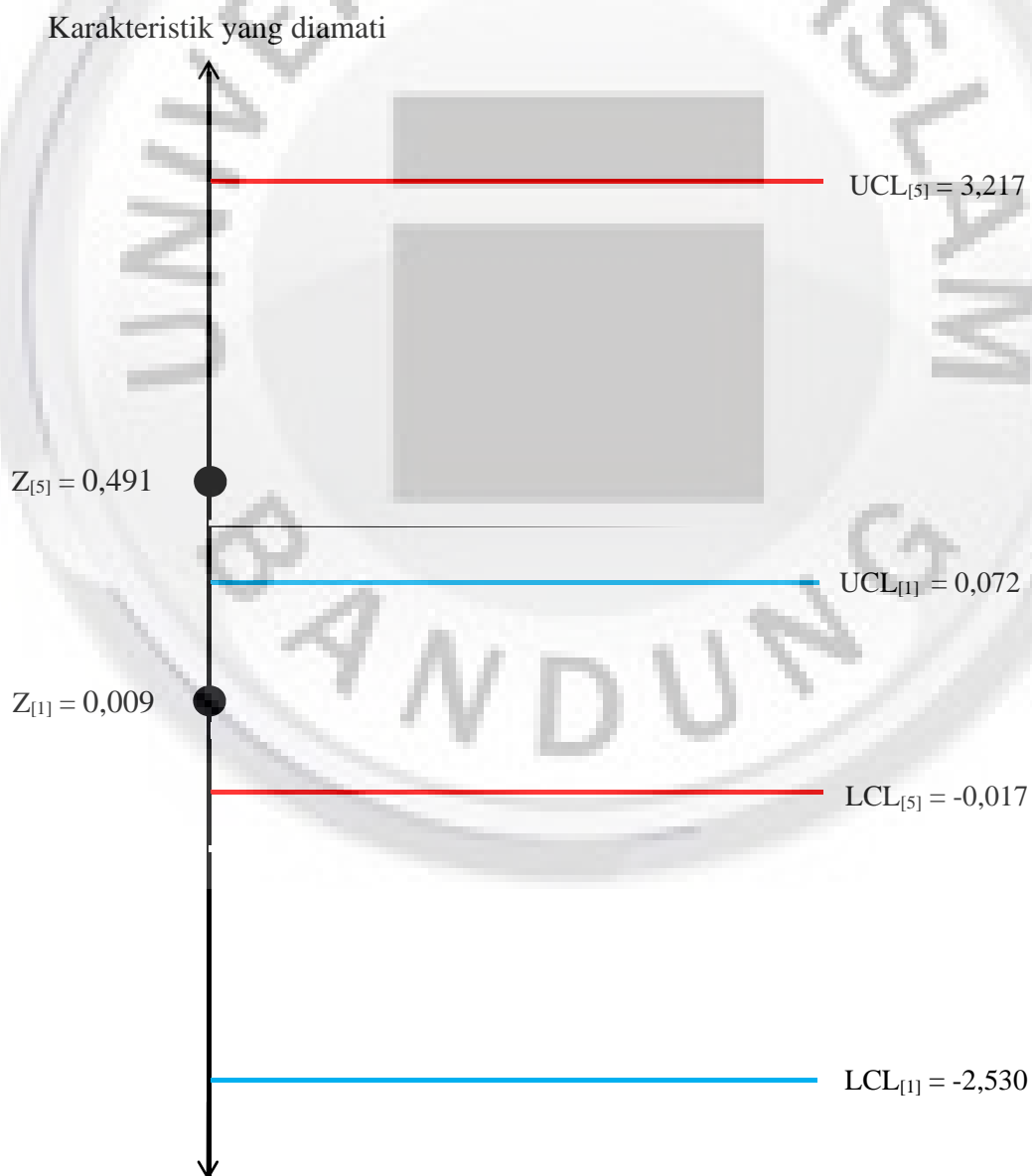
**Gambar 4.2**

Diagram Kendali Minimax untuk $\alpha = 0,01$

Berdasarkan Tabel 4.8, diperoleh diagram kendali untuk $\alpha = 0,01$. Selanjutnya dari tabel 4.6 diperoleh nilai $Z_{[1]} = 0,009$ (variabel *conductivity*), $Z_{[2]} = 0,041$ (variabel *elongation*), $Z_{[3]} = 0,101$ (variabel *hardness*), $Z_{[4]} = 0,385$ (variabel *tensile strength*), dan $Z_{[5]} = 0,491$ (variabel *yield strength*). Hanya nilai $Z_{[1]}$ dan $Z_{[5]}$ saja yang akan diplotkan ke dalam diagram kendali *minimax*. Nilai $Z_{[1]} = 0,009$ berada dalam batas kendali $UCL_{[1]} = 0,072$ dan $LCL_{[1]} = -2,530$, begitu juga dengan nilai $Z_{[5]} = 0,491$ berada dalam batas kendali $UCL_{[5]} = 3,217$ dan $LCL_{[5]} = -0,017$. Jadi apabila ditetapkan $\alpha = 0,01$, untuk nilai $Z_{[1]}$ yaitu variabel ke-5 (*conductivity*) dan untuk nilai $Z_{[5]}$ yaitu variabel ke-2 (*yield strength*) berada dalam batas kendali *minimax* multivariat. Sehingga dapat disimpulkan kelima variabel karakteristik kulit pesawat yang diamati yaitu *tensile strength* (X_1), *yield strength* (X_2), *elongation* (X_3), *hardness* (X_4), dan *conductivity* (X_5) berada dalam kondisi terkendali dengan taraf nyata $\alpha = 0,01$.

Berikut ini hasil $UCL_{[1]}$ dan $LCL_{[1]}$ untuk batas kendali minimum serta $UCL_{[5]}$ dan $LCL_{[5]}$ untuk batas kendali maksimum dengan taraf nyata mulai dari 0,01-0,10.

Tabel 4.9

Batas Kendali *Minimax* Multivariat untuk $\alpha = 0,01-0,10$.

α	Minimum		Limit Interval	Maksimum		Limit Interval
	$UCL_{[1]}$	$LCL_{[1]}$		$UCL_{[5]}$	$LCL_{[5]}$	
0,01	0,072	-2,530	2,602	3,217	-0,017	3,234
0,02	-0,092	-2,288	2,196	2,814	0,150	2,664
0,03	-0,194	-2,138	1,945	2,578	0,252	2,326
0,04	-0,272	-2,019	1,747	2,423	0,317	2,106
0,05	-0,342	-1,922	1,581	2,296	0,390	1,906
0,06	-0,395	-1,843	1,448	2,187	0,444	1,743
0,07	-0,447	-1,772	1,325	2,094	0,492	1,602
0,08	-0,492	-1,709	1,217	2,012	0,549	1,463
0,09	-0,533	-1,656	1,122	1,940	0,597	1,343
0,10	-0,571	-1,609	1,038	1,871	0,635	1,236

Jadi apabila $\alpha = 0,01$ semua variabel terkendali di dalam batas kendali maksimum dan minimum. Adapun untuk $\alpha = 0,02$ hanya terkendali di batas kendali maksimum saja sedangkan di batas kendali minimumnya yaitu untuk variabel *conductivity* tidak terkendali. Sehingga harus membentuk diagram kendali baru yang hanya memuat 4 variabel saja dimulai dari $Z_{[2]}$ yaitu variabel *elongation*. Mulai $\alpha = 0,03-0,10$ sudah tidak terkendali di batas kendali minimum, tetapi untuk batas kendali maksimum terkendali mulai dari $\alpha = 0,03-0,06$, dan tidak terkendali mulai dari $\alpha = 0,07-0,10$.

Dapat disimpulkan dari $\alpha = 0,02-0,06$ nilai $Z_{[1]}$ tidak terkendali di batas kendali minimum, sehingga harus membentuk diagram kendali baru yang hanya memuat 4 variabel saja, tanpa mengikutsertakan variabel yang berada di luar kendali. Mulai dari $\alpha = 0,07-0,10$ nilai $Z_{[1]}$ tidak terkendali di batas kendali minimum, dan nilai $Z_{[5]}$ tidak terkendali di batas kendali maksimum, sehingga kelima variabel karakteristik kulit pesawat yang diamati yaitu *tensile strength* (X_1), *yield strength* (X_2), *elongation* (X_3), *hardness* (X_4), dan *conductivity* (X_5) berada dalam kondisi yang tidak terkendali.

Hasil analisis dengan menggunakan diagram kendali *minimax* sama dengan hasil analisis yang dilakukan oleh PT. Dirgantara Indonesia. Berdasarkan informasi dari PT Dirgantara Indonesia variabel *conductivity* merupakan variabel yang rentan untuk tidak terkendali, karena variabel tersebut bergantung pada kestabilan suhu dalam ruangan.