



ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI PEREKAT (LEM) DI PT. ARJUNA UTAMA KIMIA



OLEH:

Eka Rahmadina Widiyantoro
(13 13 030 009)

DOSEN PEMBIMBING:

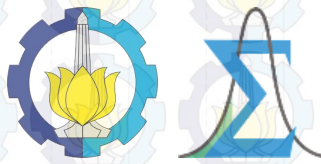
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

DOSEN PENGUJI:

Dr. Muhammad Mashuri, MT

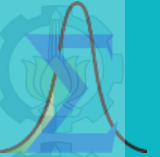
Dr. I Nyoman Latra, MS

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**



OUTLINE

PENDAHULUAN | TINJAUAN PUSTAKA | METODOLOGI PENELITIAN
ANALISIS DAN PEMBAHASAN | KESIMPULAN DAN SARAN



1.

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

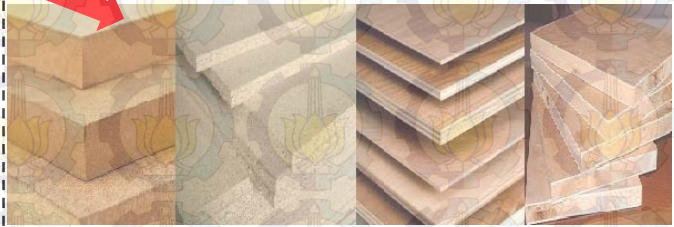


Focus on Quality

PT AKR Corporindo Tbk



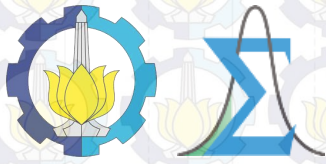
- PLYWOOD (Formalin)
- FURNITURE (Polivinil Alkohol-PVA)
- BARECORE (Polivinil Asetat-PVAc)
- PAPER RESIN (Acrylamide)



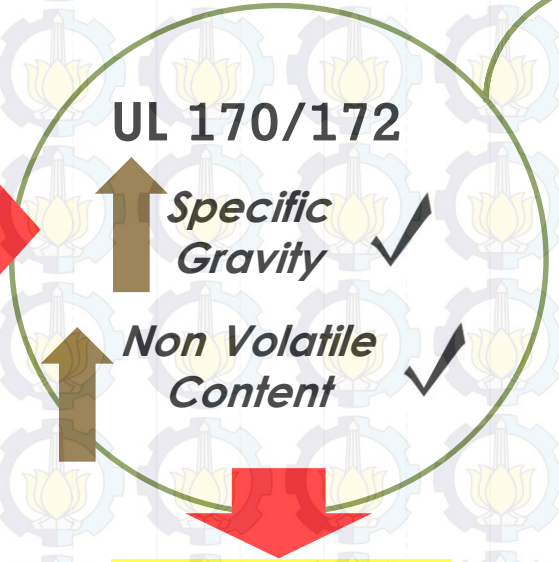
TIPE 170/172

ULOID

LATAR BELAKANG



Quality Assurance



UL 170/172

Specific Gravity ✓

Non Volatile Content ✓

PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA

SALING BERKAITAN

LATAR BELAKANG PENELITIAN SEBELUMNYA



Supriyono, 2006

Optimasi proses produksi plywood di PT Arjuna Utama Kimia menggunakan pendekatan Taguchi Multirespon dengan kombinasi level terbaik untuk kualitas plywood adalah *Uloid Resin* level kedua (195 kg), *Melamine Resin* level pertama (90 kg), *Catcher* level pertama (30 kg), *Melamin Powder* level pertama (1,8 kg) dan tepung industri level pertama (50 kg).



RUMUSAN MASALAH

Specific Gravity

HANYA SECARA DESKRIPTIF
SAJA DENGAN MELIHAT BSA
DAN BSB

PENGENDALIAN
KUALITAS
STATISTIKA

Non
Volatile
Content



Peta Kendali M

Peta Kendali T^2 Hotelling

Kapabilitas Proses

TUJUAN & MANFAAT PENELITIAN

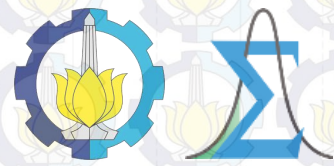


mengetahui apakah proses produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 telah kapabel atau belum



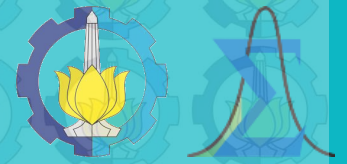
Memberikan informasi berdasarkan indeks kapabilitas terhadap proses produksi perekat (lem) jenis UL 170/172

BATASAN MASALAH



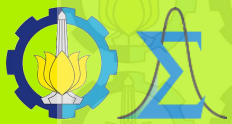
📌 Data yang digunakan adalah hasil proses produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 di PT. Arjuna Utama Kimia pada bulan April 2015 dan Mei 2015 dengan variabel *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content*

📌 Data berasal dari departemen *Quality Assurance*



2.

TINJAUAN PUSTAKA



PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA

Pengendalian kualitas statistika merupakan suatu metode untuk mengevaluasi kualitas produk hasil produksi dengan menggunakan metode-metode statistik, salah satu metode statistik yang akan digunakan adalah **peta kendali** (Montgomery, 2009).

Peta kendali yang digunakan apabila **karakteristik kualitas lebih dari satu** dengan **ukuran subgrup sama dengan satu** maka digunakan **peta kendali T^2 Hotelling Individu** untuk mengendalikan vektor rata-rata dan **peta kendali M** untuk mengendalikan varian proses

Dalam membuat peta kendali T^2 Hotelling Individu terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi, yakni **berdistribusi multivariat normal** dan **variabel yang digunakan saling berhubungan (dependen)**.



MULTIVARIAT NORMAL

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dapat dilakukan dengan cara membuat q - q plot sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2007)

$$d_i^2 = (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})$$

Keterangan:

d_i^2 = nilai statistik uji untuk pengamatan ke- i

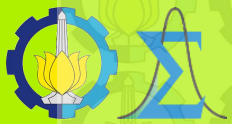
\mathbf{x}_i = vektor objek pengamatan ke- i

$\bar{\mathbf{x}}$ = merupakan vektor rata-rata

\mathbf{S}^{-1} = invers matrik varian kovarian $\mathbf{S}_{p \times p}$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1p} \\ s_{12} & s_2^2 & s_{23} & \dots & s_{2p} \\ s_{13} & s_{23} & s_3^2 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{1p} & s_{2p} & \vdots & \vdots & s_p^2 \end{bmatrix}$$

$$s_{jk} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)$$



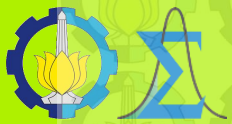
MULTIVARIAT NORMAL

Suatu pengamatan yang berdistribusi multivariat normal, dapat dilihat menggunakan grafik dari **q-q plot** dengan **langkah-langkah** pembuatan sebagai berikut.

1. Menghitung jarak tergeneralisasi yang dikuadratkan (jarak mahalanobis) atau disebut d_i^2 dimana S^{-1} berukuran $p \times p$
2. Mengurutkan d_i^2 dari terkecil hingga terbesar
3. Mengurutkan nilai q , dimana nilai q diperoleh dari persamaan sebagai berikut.

$$q = \chi_{p;((n-j+0,5)/n)}^2$$

4. Membuat *scatterplot* antara d_i^2 dan
5. Data akan mengikuti distribusi multivariat apabila pada q-q plot membentuk suatu garis lurus dan nilai-nilai dari d_i^2 yang kurang dari sama dengan nilai $\chi_{p;0,5}^2$ sebanyak 50%



UJI DEPENDENSI

Pada pengujian dependensi, salah satu uji yang dapat dilakukan adalah menggunakan korelasi *Pearson*. Tingkat keeratan hubungan dengan suatu nilai koefisien korelasi antara dua variabel dilambangkan dengan r . Koefisien korelasi bernilai diantara -1 sampai dengan 1. (Setiawan & Kusriani, 2010)

Hipotesis :

H_0 : $\rho = 0$ (Variabel Saling Independen)

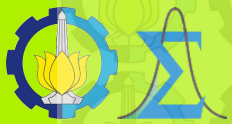
H_1 : $\rho \neq 0$ (Variabel Saling Dependen)

Statistik Uji :

$$r_{x_1, x_2} = \frac{m \sum_{i=1}^m x_{1i} x_{2i} - \left(\sum_{i=1}^m x_{1i} \right) \left(\sum_{i=1}^m x_{2i} \right)}{\sqrt{\left[m \sum_{i=1}^m x_{1i}^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_{1i} \right)^2 \right] \left[m \sum_{i=1}^m x_{2i}^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_{2i} \right)^2 \right]}}$$

dimana m merupakan banyaknya pengamatan atau jumlah observasi

Daerah Penolakan : H_0 ditolak, jika $r_{hitung} > r_{\alpha, df}$



PETA KENDALI M

Peta kendali M dapat digunakan untuk mengontrol variabilitas dari proses secara multivariat untuk data individu yang didasarkan pada *successive difference*. *Successive difference* yaitu selisih antar vektor pengamatan secara berturut-turut dan digunakan dalam menghitung nilai statistiknya dengan rumus $\mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i$ dan diperoleh matriks \mathbf{W} yang berdistribusi $N_p(0, 2\Sigma)$ sebagai berikut. (Khoo dan Quah, 2003),

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \mathbf{w}'_1 \\ \mathbf{w}'_2 \\ \vdots \\ \mathbf{w}'_{m-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1)' \\ (\mathbf{x}_3 - \mathbf{x}_2)' \\ \vdots \\ (\mathbf{x}_m - \mathbf{x}_{m-1})' \end{bmatrix}, \quad i=1, 2, 3, \dots, m-1$$

Matriks \mathbf{W} yang diperoleh jika dikalikan dengan $\frac{1}{\sqrt{2}}$ maka akan menjadi $\frac{1}{\sqrt{2}} \mathbf{w}$ yang berdistribusi $N_p(0, \Sigma)$. Apabila diketahui bahwa $\mathbf{C}\mathbf{C}' = \Sigma$ dimana \mathbf{C} adalah matriks nonsingular yang berukuran $p \times p$, dan misal



PETA KENDALI M

$$\mathbf{U} = \frac{1}{\sqrt{2}} \mathbf{C}^{-1} \mathbf{W}$$

$$\mathbf{U} = \frac{1}{\sqrt{2}} \mathbf{C}^{-1} (\mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i)$$

Maka,

$$\mathbf{U}'\mathbf{U} = \left[\frac{1}{\sqrt{2}} \mathbf{C}^{-1} \mathbf{W} \right]' \left[\frac{1}{\sqrt{2}} \mathbf{C}^{-1} \mathbf{W} \right]$$

$$\mathbf{U}'\mathbf{U} = \frac{1}{2} \mathbf{W}' (\mathbf{C}^{-1})' (\mathbf{C}^{-1}) \mathbf{W}$$

$$\mathbf{U}'\mathbf{U} = \frac{1}{2} \mathbf{W}' \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{W}$$

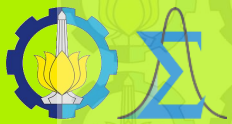
$$\mathbf{U}'\mathbf{U} = \frac{1}{2} (\mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i)' \boldsymbol{\Sigma}^{-1} (\mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i)$$

Dimana $\mathbf{U}'\mathbf{U}$ merupakan jumlah kuadrat data sehingga $\mathbf{U}'\mathbf{U} = \mathbf{M}_i \sim \chi_p^2$ oleh karena itu perhitungan nilai statistik dalam peta kendali ini adalah sebagai berikut

$$\mathbf{M}_i = \frac{1}{2} (\mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i)' \boldsymbol{\Sigma}_0^{-1} (\mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i)$$

$$\text{BKA} = \chi_{p,\alpha}^2$$

$$\text{BKB} = \chi_{p,1-\alpha}^2$$



PETA KENDALI T² HOTELLING INDIVIDU

Jika suatu produk mempunyai p karakteristik kualitas maka distribusi yang digunakan adalah p -*variate*. Pada peta kendali T² Hotelling data yang digunakan akan dihitung rata-rata dan matriks kovariannya dengan menggunakan perhitungan kovarians sebagai berikut (Montgomery, 2009).

$$S_1 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})' \text{ dan } S_2 = \frac{\mathbf{V}'\mathbf{V}}{2(m-1)} \text{ dimana, } \mathbf{v}_i = \mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i \quad \mathbf{V} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}'_1 \\ \mathbf{v}'_2 \\ \vdots \\ \mathbf{v}'_{m-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1)' \\ (\mathbf{x}_3 - \mathbf{x}_2)' \\ \vdots \\ (\mathbf{x}_m - \mathbf{x}_{m-1})' \end{bmatrix}$$

Setelah menghitung nilai matriks kovarians, selanjutnya menghitung nilai statistik T² Hotelling Individu dengan persamaan sebagai berikut.

$$T_i^2 = (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}), \quad i=1,2,\dots,m$$



PETA KENDALI T² HOTELLING INDIVIDU

Peta kendali T² Hotelling Individu juga memiliki batasan kontrol fase I sebagai berikut.

$$\text{BKA} = \frac{(m-1)^2}{m} \beta_{\alpha, p/2, (m-p-1)/2}$$

$$\text{BKB} = 0$$

Sedangkan batas kontrol untuk fase II adalah sebagai berikut.

$$\text{BKA} = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp} F_{\alpha, p, m-p}$$

$$\text{BKB} = 0$$

Keterangan:

m = banyaknya pengamatan, $i=1,2,3,\dots,m$

p = banyaknya karakteristik kualitas (variabel)



KAPABILITAS PROSES

Kapabilitas proses bertujuan untuk menaksir kemampuan proses yang merupakan bagian yang sangat penting dalam keseluruhan peningkatan kualitas. Indeks kapabilitas proses dilihat dari nilai MC_p dan MC_{pk} yang diperoleh dengan keterangan sebagai berikut. (Raissi, 2009)

$$MC_p = \sum_{i=1}^p W_i C_{pi} \quad MC_{pk} = \sum_{i=1}^p W_i C_{pki}$$

Dimana,

$$C_p = \frac{BSB - BSA}{6\sigma} \quad C_{pk} = \min\left(\frac{BSA - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - BSB}{3\sigma}\right)$$

Keterangan:

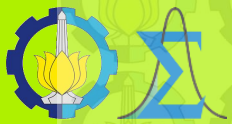
W_i = Bobot kepentingan sesuai keterangan perusahaan dimana, $\sum_{i=1}^p W_i = 1$



KAPABILITAS PROSES

Indeks MC_p yang diperoleh memiliki definisi sebagai berikut.

- Jika $MC_p = 1$ maka proses dalam keadaan cukup baik
- Jika $MC_p > 1$ maka proses dalam keadaan baik (presisi baik)
- Jika $MC_p < 1$ maka sebaran data pengamatan berada diluar batas spesifikasi

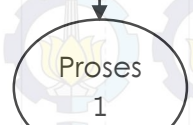


PROSES PRODUKSI LEM & PENGAMBILAN SAMPEL

UL 170/172

- Berbahan dasar UL (Urea Formalin)
- Polimer *termosetting*
- *Storage Life* = 30 Hari

Bahan- Bahan Kimia



Formalin Plant

Bahan- Bahan Kimia



Adhesive Plant

Lem Kayu Lapis



**PENGAMBILAN SAMPEL
DILAKUKAN PADA SAAT LEM
JADI PADA TANGKI MASAK,
SEBELUM MASUK TANGKI
SIMPAN LEM**

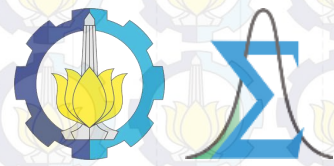


3.

METODOLOGI PENELITIAN



SUMBER PENELITIAN



Proses Produksi UL 170/172 Bulan
April 2015 sebanyak **131 batch** pada
fase 1 dan **83 batch** pada fase
2 dengan **2 variabel**

data
PRIMER

2
VARIABEL

*Specific Gravity &
Non Volatile Content*

subgroup
"batch"



STRUKTUR DATA

Pengamatan pada batch ke-(i)	Karakteristik Kualitas (j)	
	X_1	X_2
1	X_{11}	X_{12}
2	X_{21}	X_{22}
\vdots	\vdots	\vdots
i	X_{i1}	X_{i2}
\vdots	\vdots	\vdots
m	X_{m1}	X_{m2}

VARIABEL PENELITIAN



Variabel	Keterangan	Batas Spesifikasi	Satuan
Specific Gravity	<p>- Berat jenis suatu bahan yang dibandingkan dengan berat jenis air</p> <p>- Alat <i>testing</i> yang digunakan adalah hidrometer dengan 2 jenis alat, yaitu dengan panjang alat 30 cm untuk volume cairan sampel 250 mL dan panjang alat 16 cm untuk volume cairan sampel 100 mL</p>	1,180-1,220	ppm
Non Volatile Content	<p>- Kadar padatan</p> <p>- Proses <i>testing</i> dilakukan dengan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 3 jam</p>	49-51	%



LANGKAH ANALISIS

1

Mengumpulkan data variabel-variabel produksi perekat (lem) jenis UL 170/172

2

Melakukan pengujian dan pemeriksaan asumsi multivariat normal untuk mengetahui apakah variabel-variabel produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 telah memenuhi asumsi multivariat normal

3

Melakukan pengujian asumsi dependensi pada produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 sebelum membuat peta kendali M dan T^2 Hotelling

4

Membuat peta kendali M untuk memonitoring variabilitas proses pada fase 1



LANGKAH ANALISIS

5

Peta Kendali M yang telah terkendali, dapat dilanjutkan pada tahap membuat peta kendali T^2 Hotelling terhadap variabel-variabel produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 fase 1

6

Melakukan langkah analisis 2-5 untuk data produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 pada fase II

7

Menghitung indeks kapabilitas proses setelah prosesnya terkendali secara statistik

8

Menarik kesimpulan dan saran berdasarkan analisis

DIAGRAM ALIR

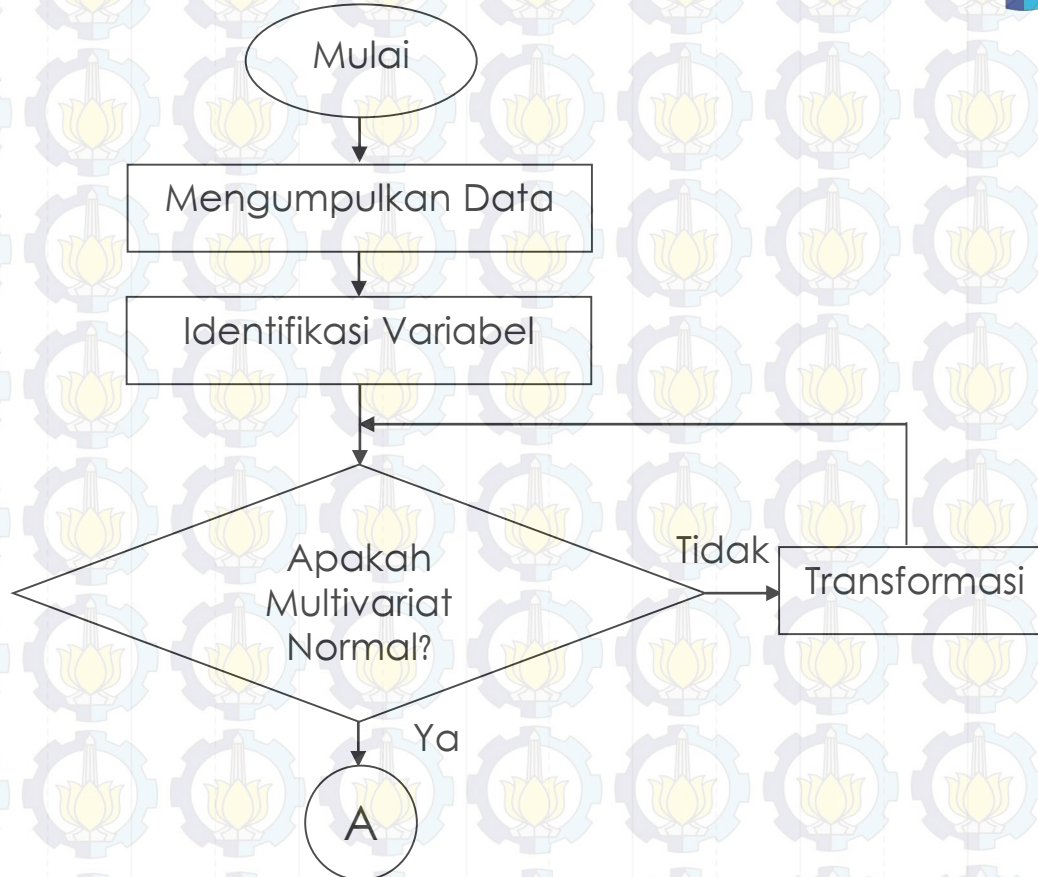


DIAGRAM ALIR

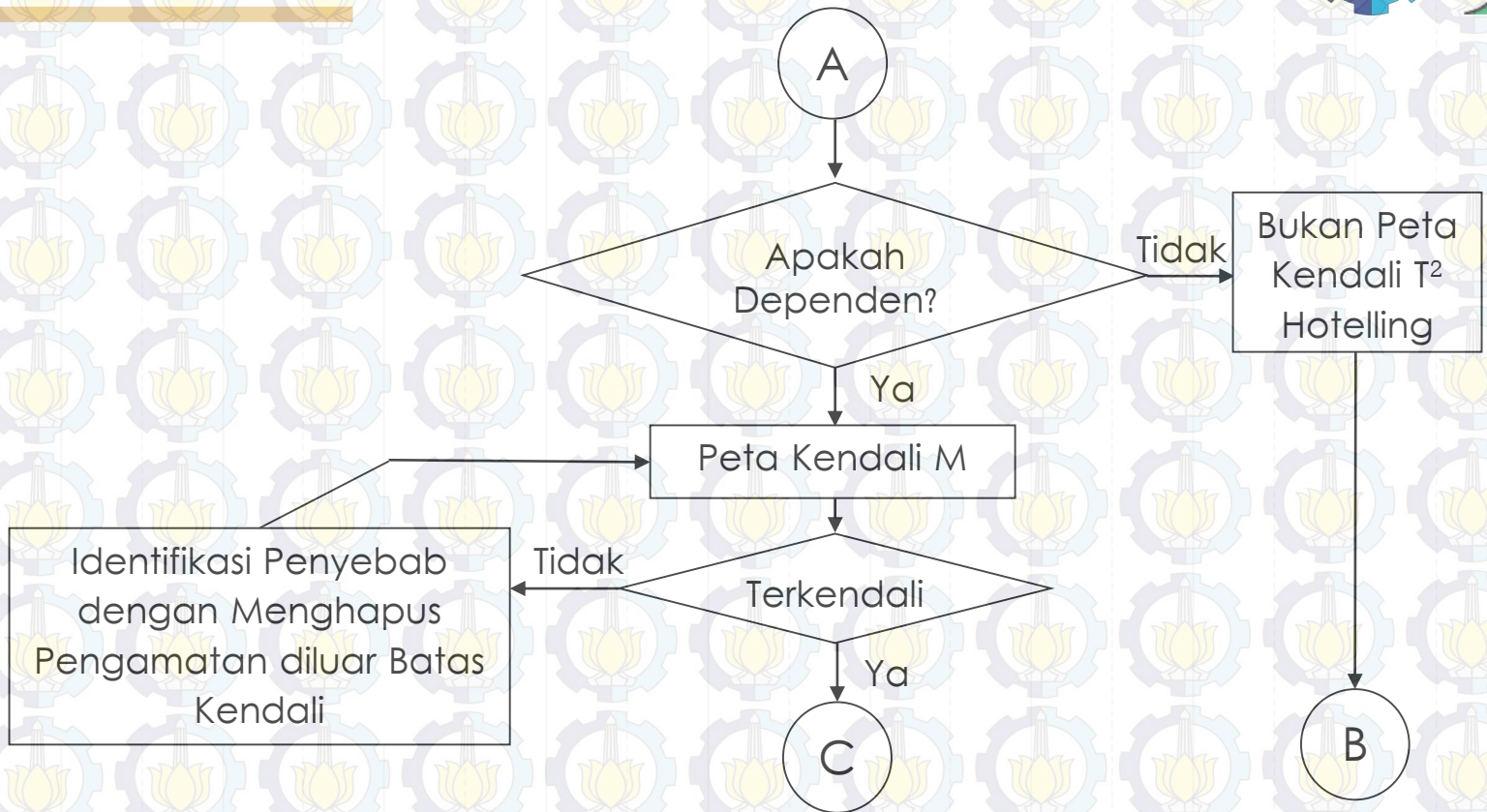
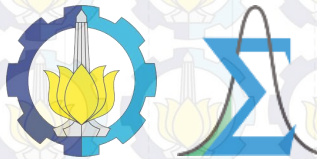
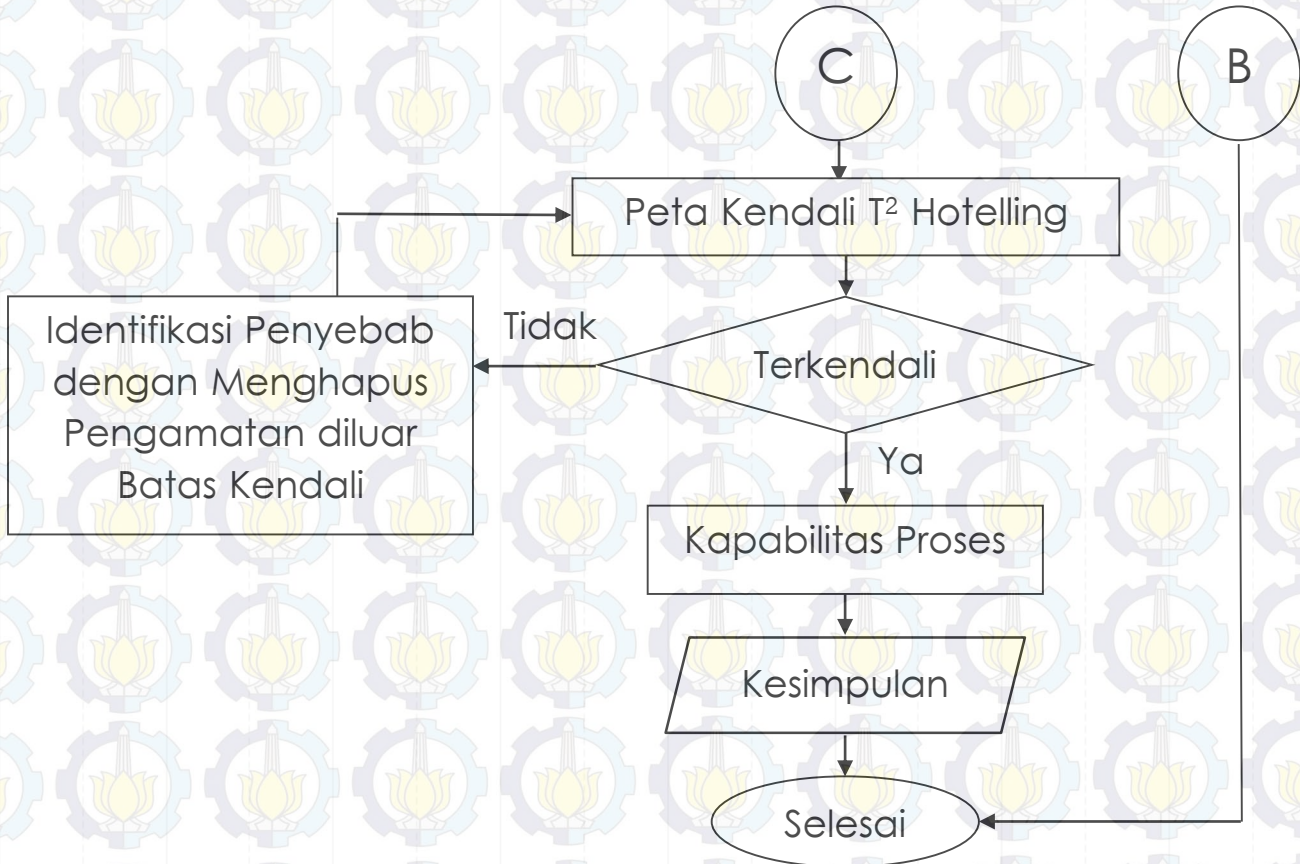
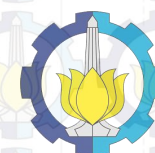
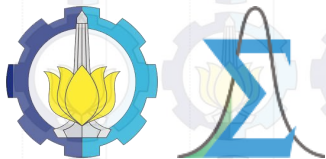


DIAGRAM ALIR

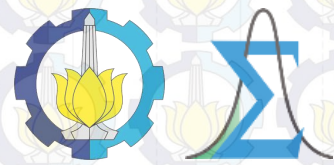


4.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

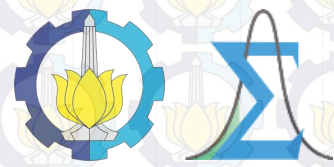


ANALISIS DESKRIPTIF

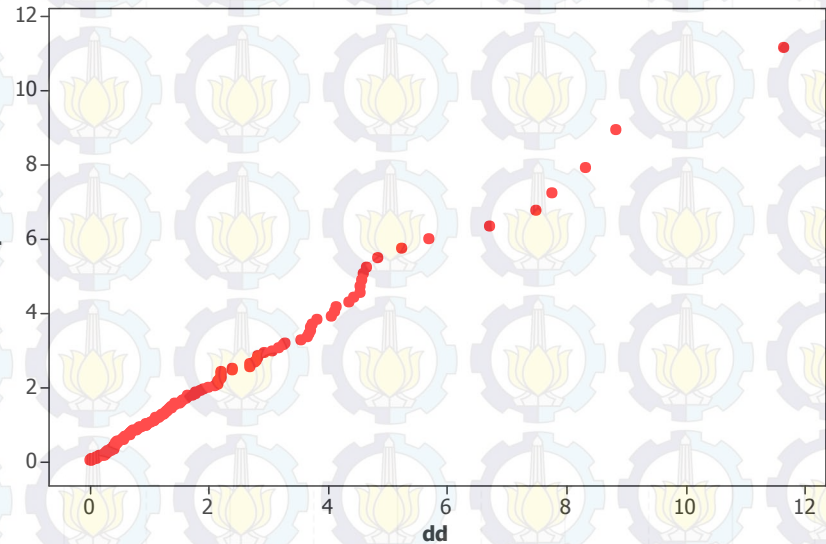


Variabel	Bulan	Mean	Varians	Min.	Maks.	Spec.
Specific Gravity (ppm)	April 2015	1,203	$2,6 \times 10^{-5}$	1,188	1,22	1,18-1,22
	Mei 2015	1,202	$2,6 \times 10^{-5}$	1,19	1,214	
Non Volatile Content (%)	April 2015	50,256	0,579	48,67	51,92	49-51
	Mei 2015	50,055	0,621	48,67	51,87	

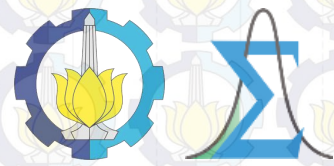
PEMERIKSAAN DISTRIBUSI MULTIVARIAT NORMAL DATA FASE 1



Pemeriksaan distribusi multivariat normal dilakukan menggunakan *macro* Minitab. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan jarak d_i^2 yang lebih kecil dari nilai tabel $\chi_{2;0,5}^2$ sebesar **0,5267**. Nilai tersebut mendekati 50% , sehingga dapat disimpulkan bahwa data proses produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 berdistribusi multivariat normal.



PENGUJIAN DEPEDENSI DATA FASE 1



Hipotesis dan hasil pengujian menggunakan uji korelasi *Pearson* adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

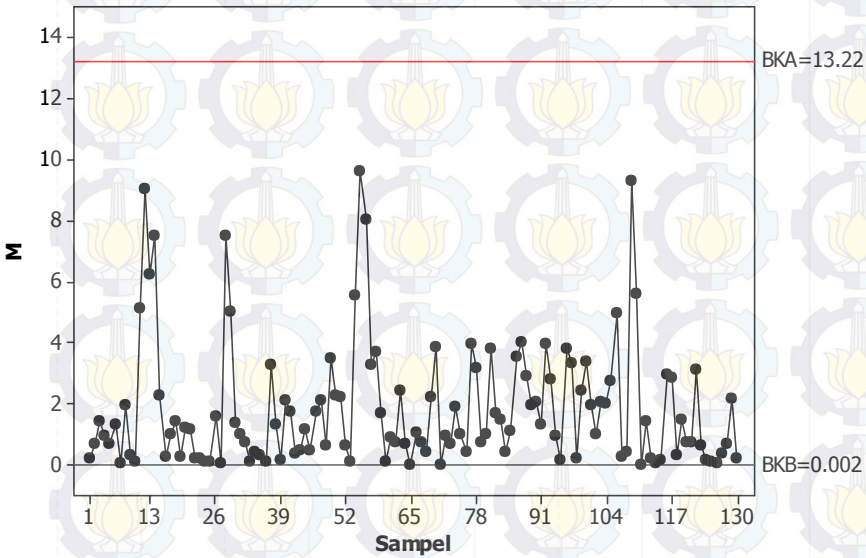
$H_0: \rho = 0$ (Variabel *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* tidak berhubungan satu sama lain)

$H_1: \rho \neq 0$ (Variabel *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* saling berhubungan)

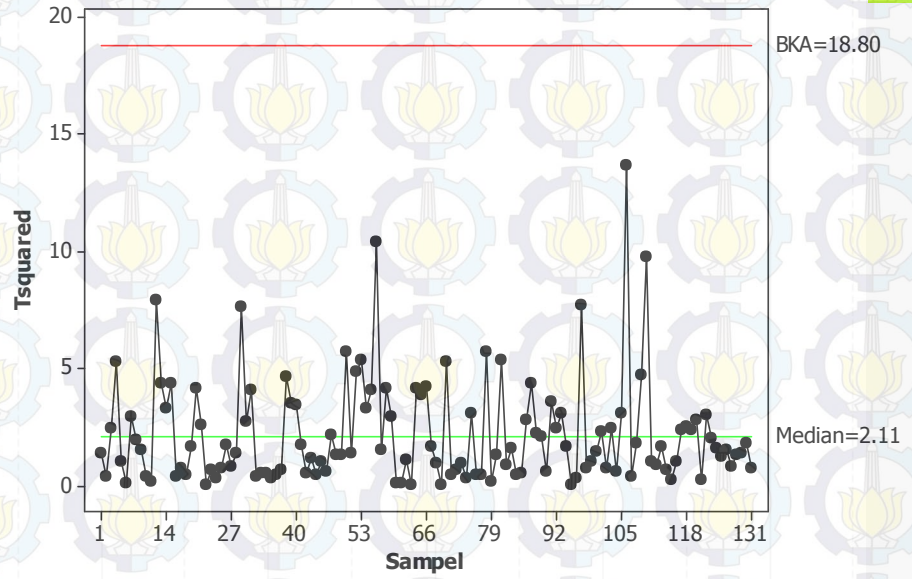
Pearson Correlation	0,394	Ho ditolak karena r hitung (0,394) > r tabel (0,173)
P-value	0,000	

Kesimpulan : kedua variabel, yakni *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* saling berhubungan.

PETA KENDALI MULTIVARIAT FASE 1

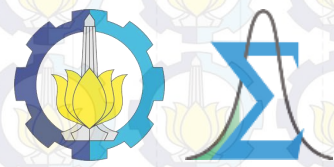


Peta M

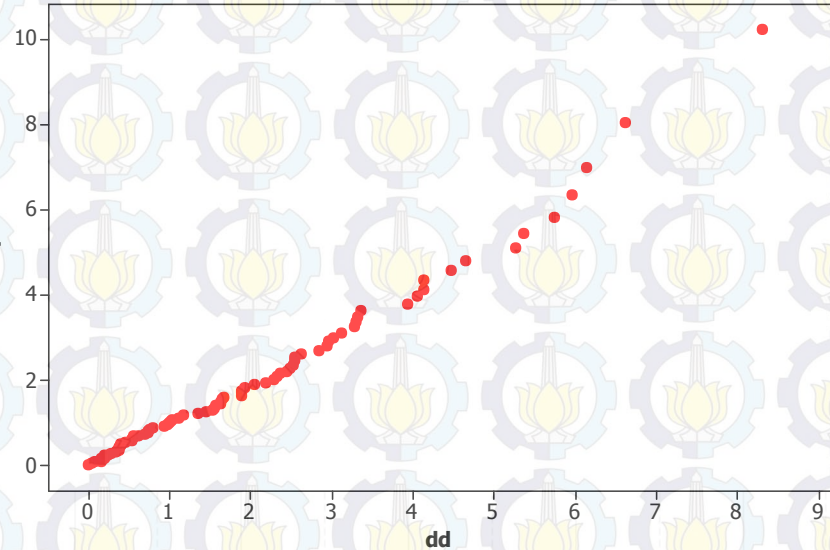


Peta T^2 Hotelling Individu

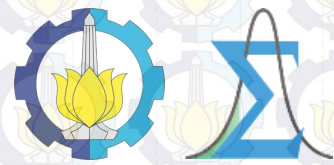
PEMERIKSAAN DISTRIBUSI MULTIVARIAT NORMAL DATA FASE 2



Pemeriksaan distribusi multivariat normal dilakukan menggunakan *macro* Minitab. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan jarak d_i^2 yang lebih kecil dari nilai tabel $\chi^2_{2;0,5}$ sebesar **0,457831**. Nilai tersebut mendekati 50% , sehingga dapat disimpulkan bahwa data proses produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 berdistribusi multivariat normal.



PENGUJIAN DEPEDENSI DATA FASE 2



Hipotesis dan hasil pengujian menggunakan uji korelasi *Pearson* adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0: \rho = 0$ (Variabel *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* tidak berhubungan satu sama lain)

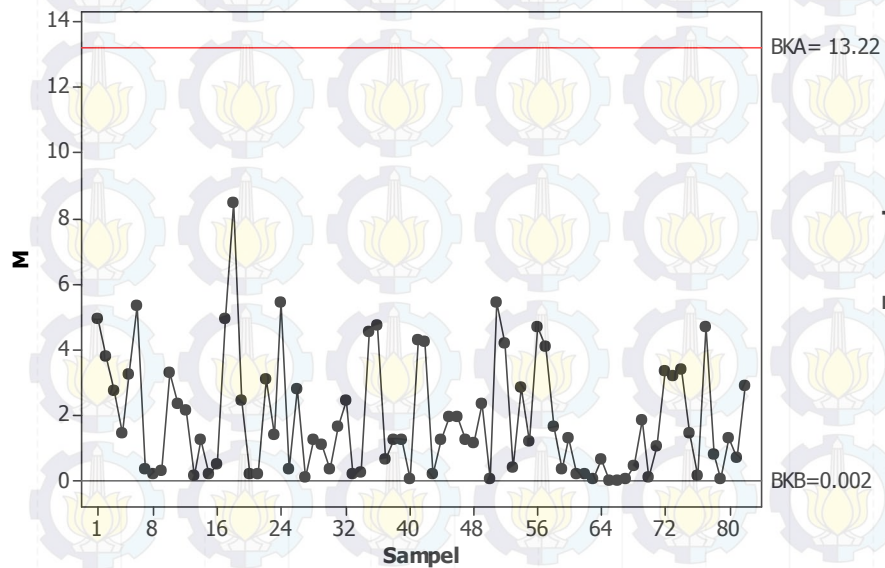
$H_1: \rho \neq 0$ (Variabel *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* saling berhubungan)

Pearson Correlation	0,595
P-value	0,000

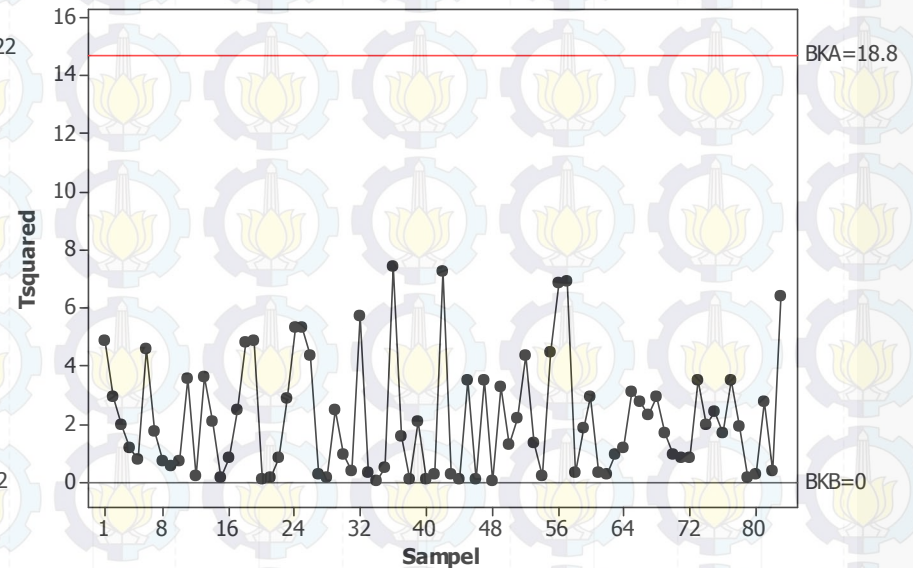
Ho ditolak karena r hitung (0,595) > r tabel (0,218)

Kesimpulan : kedua variabel, yakni *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* saling berhubungan.

PETA KENDALI MULTIVARIAT FASE 1

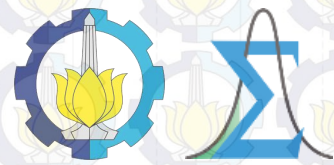


Peta M



Peta T² Hotelling Individu

KAPABILITAS PROSES

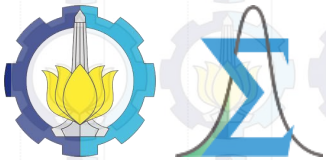


Indeks C_p untuk variabel *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* berturut-turut sebesar **1,24** dan **0,46**. Dimana nilai-nilai tersebut menjelaskan bahwa presisi yang dihasilkan oleh variabel *Specific Gravity* telah baik, karena nilai yang diperoleh lebih dari satu. Namun sebaliknya, presisi untuk variabel *Non Volatile Content* belum baik karena indeks yang diperoleh kurang dari 1. Bobot kepentingan yang digunakan pada masing masing variabel adalah sebesar 0,5. Sehingga indeks MC_p sebesar **0,85**. Indeks MC_p yang diperoleh masih kurang dari satu, sehingga presisinya masih kurang baik atau variabilitas produknya masih besar antar pengamatan.

Indeks C_{pk} untuk variabel *Specific Gravity* dan *Non Volatile Content* berturut-turut sebesar **1,12** dan **0,43**, Dimana nilai-nilai tersebut menjelaskan bahwa presisi yang dihasilkan oleh variabel *Specific Gravity* telah baik, karena nilai yang diperoleh lebih dari satu. Namun sebaliknya, presisi untuk variabel *Non Volatile Content* belum baik karena indeks yang diperoleh kurang dari 1. Dengan bobot yang sama diperoleh indeks MC_p sebesar **0,77**. Indeks MC_p yang diperoleh masih kurang dari satu, sehingga presisinya masih kurang baik atau variabilitas produknya masih besar antar pengamatan.

5.

KESIMPULAN DAN SARAN





KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Vektor rata-rata dan variabilitas proses produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 pada bulan Mei 2015 pada fase II telah terkendali secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi pada bulan April 2015 yang digunakan pada fase I sudah tepat digunakan untuk memonitoring proses produksi di waktu yang lain.

- Berdasarkan nilai MC_p dan MC_{pk} menunjukkan bahwa proses produksi perekat (lem) jenis UL 170/172 pada bulan Mei 2015 belum kapabel. Hal ini terlihat dari produk yang berada di luar batas spesifikasi, variabilitas produksi cukup tinggi, serta produk memiliki presisi dan akurasi yang rendah.

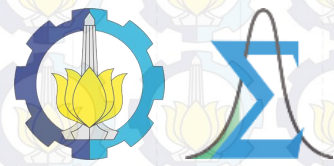


KESIMPULAN DAN SARAN

SARAN


- PT. Arjuna Utama Kimia masih perlu melakukan adanya pemantauan secara terus menerus terhadap keseluruhan proses produksi, terutama difokuskan pada proses pengukuran terhadap variabel yang diamati. Karena proses pengukuran yang berlangsung merupakan hal yang penting. Proses pengukuran yang kurang tepat akan menyebabkan proses produksi yang seharusnya baik, menjadi kurang baik ketika variabel terkait diukur.
- Pengukuran yang dilakukan oleh petugas sebaiknya dilakukan secara teliti dengan alat yang akurat. Alat yang digunakan untuk mengukur variabel terkait harus rutin dilakukan kalibrasi.
- PT. Arjuna Utama Kimia hendaknya melakukan evaluasi terhadap teknik pengukuran serta cara pembacaan terkait dengan proses pengukuran variabel yang dilakukan para karyawan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memberikan pelatihan kepada karyawan.

DAFTAR PUSTAKA



- Johnson, R. A., & Wichern, D. (2007).** *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Khoo, M.B.C, & Quah, S.H. (2003).** *Multivariate Control Chart For Process Dispersion Based On Individual Observations. Quality Engineering, Vol. 15(4)*, pp. 639–642.
- Montgomery, Douglas C. (2009).** *Statistical Quality Control. A Modern Introduction (Sixth Edition)*. Unites States: John Wiley and Sons (Asia) Pte. Ltd.
- Raissi, S. (2009).** *Multivariate Process Capability Indices on The Presence of Priority for Quality Characteristics. Journal of Industrial Engineering International June 2009, Vol. 5, No. 9*, pp. 27–36
- Supriyono, Eko. (2006).** Analisis Optimasi Proses Produksi *Plywood* di PT. Arjuna Utama Kimia (ARUKI) Menggunakan Pendekatan Taguchi Multirespon. Surabaya: Statistika FMIPA ITS
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., & Ye, K. (2012).** *Probability & Statistics for Engineers & Scientists 9th Edition*. United States of America: Prentice Hall.



The background features a repeating pattern of light blue gears with a green lotus flower inside each gear. The top half of the image has a teal gradient, while the bottom half is white. The text 'TERIMA KASIH' is centered horizontally across the middle.

TERIMA KASIH

”