



PROPOSAL TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS AIR LIMBAH PROSES INDUSTRI DI PABRIK GULA TJOEKIR KABUPATEN JOMBANG

Ihya Putty Ulinnuha
1313030088

Dosen Pembimbing:
Drs. Haryono, M.SIE

DIII Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



BAB I
PENDAHULUAN

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

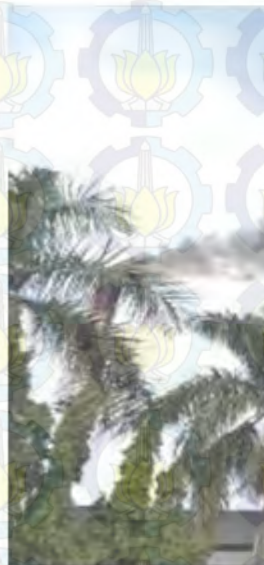
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

DAFTAR PUSTAKA

OUTLINE [2]



Kepulan

JATIMPOS.CO/JOMBANG
Timur. Namun, bukan bera
berada di daerah itu.

Warga Desa Cukir dan Des
dampak dari polusi udara y
keluar dari empat cerobong
ketimbang dua tahun teraki

Salah seorang warga seter
ring 1 itu sangat mengkhaw
bercampur bintik hitam keri



Kepala Tanaman PG Tjoekir, Ir Iskandar, saat memberi sambutan di RAT ke-16 KPTR Arta Rosan Tijari

PG TJOEKIR BENARKAN VOLUME ASAP YANG DIKELUARKAN TINGGI

09/09/2015

Peristiwa

Leave a comment

215 Views

KABAR JOMBANG (kabarjombang.com) – Tingginya volume limbah asap hitam yang keluar dari empat cerobong pabrik gula (PG) Tjoekir, dibanding tahun-tahun sebelumnya, dibenarkan pihak PG setempat.

Menurut Kepala Tanaman PG Tjoekir, Ir Iskandar, hal tersebut terjadi lantaran PG Tjoekir tidak memiliki ampas tebu sebagai bahan bakar pokok pengolahan tebu menjadi gula. Akibatnya, PG Tjoekir mendatangkan ampas tebu dari beberapa PG lain.

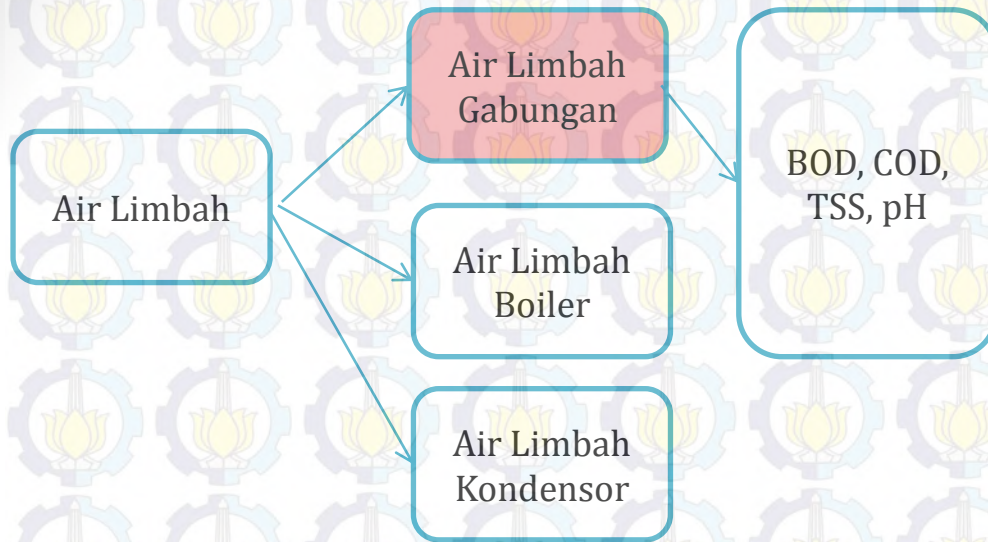
“Soal kuantitas dan kualitas ampas tebu, bisa dicek di PG,” kata Ir Iskandar, usai acara Rapat Anggota Tahunan (RAT) ke-16 Koperasi Petani Tebu Rakyat (KPTR) Arta Rosan Tijari, Cukir, Kecamatan Diwek, Kabupaten Jombang, Rabu (9/9/2015).



BAB I PENDAHULUAN



LATAR BELAKANG (5)



Di Indonesia ada
62 Pabrik Gula,
50 dikelola
BUMN dan 12
pabrik swasta



1-2 m³/ton tebu

T² Hotelling

LATAR BELAKANG [6]

Penelitian Sebelumnya

2008

Pengaruh Pembuangan Limbah Industri Gula Tjoekir Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Kecamatan Diwek Kabupaten Jombang Oleh Fitria Hanim Rifais Universitas Negeri Malang

2013

Peran Pemerintah dalam Mengatasi Limbah Industri Pabrik Gula Tjoekir (Studi pada Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Jombang) Oleh Ima Maghfiroh Universitas Brawijaya

LATAR BELAKANG [7]

bagaimana indeks kapabilitas proses dari air limbah proses yang dihasilkan dengan terlebih dahulu mengendalikan varians proses menggunakan diagram kendali *generalized variance* dan mengendalikan *mean* proses menggunakan diagram kendali T^2 Hotelling pada data nilai karakteristik kualitas air limbah industri PG Toekir Tahun 2015 ?

RUMUSAN MASALAH [8]

- data air limbah selama periode proses giling tahun 2015 yaitu bulan Juni – Oktober 2015
- Fokus masalah yaitu pada air limbah gabungan yang dihasilkan sebelum masuk ke IPAL
- Variabel yang digunakan adalah parameter utama untuk kilang penggilingan tebu dan pemurnian gula yaitu BOD, COD, TSS, dan pH

Tujuan

1. Mengkaji karakteristik air limbah proses yang dihasilkan oleh Pabrik Gula Tjoekir.
2. Mengetahui kualitas air limbah proses yang dihasilkan setelah penggilangan tebu oleh Pabrik Gula Tjoekir sudah dalam keadaan terkendali atau tidak.
3. Mengetahui kapabilitas proses multivariat air limbah proses yang dihasilkan setelah penggilangan tebu oleh Pabrik Gula Tjoekir.

Manfaat

- ❑ Sebagai salah satu bahan acuan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan metode yang sama yaitu peta kendali multivariat atau objek penelitian yang sama yaitu air limbah proses produksi gula.
- ❑ Membantu meningkatkan kinerja Pabrik Gula Tjoekir dalam mengevaluasi kinerja pabrik serta memberikan solusi alternatif atau kebijakan untuk Pabrik Gula Tjoekir dalam mengendalikan kualitas limbah agar dampak yang ditimbulkan tidak berpengaruh terlalu besar terhadap lingkungan sekitar Pabrik Gula

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Johnson And Winchern, 2007

Analisis multivariat merupakan suatu analisis dimana variabel yang digunakan lebih dari satu dan saling berkorelasi. Teknik analisis multivariat diklasifikasikan menjadi dua yaitu analisis dependensi dan analisis independensi. Analisis multivariat memerlukan asumsi bahwa variabel-variabel harus dependen dan berdistribusi normal multivariat.

Hidayat dan Istiadah, 2011

Analisis dependensi merupakan analisis yang terdiri dari variabel bebas dan tidak bebas sedangkan analisis independensi adalah analisis yang terdiri dari beberapa variabel yang tidak terdapat perbedaan antar variabel

Morrison, 1990

Suatu pengamatan sebanyak p variabel, yaitu $X_1, X_2, \dots, X_p$ dikatakan independen jika matriks korelasi antar variabel sama dengan matriks identitas untuk mengetahui apakah variabel-variabel tersebut saling independen maka digunakan metode Barlett's

Hipotesis :

$H_0 : \rho = I$ (tidak ada hubungan antar variabel)

$H_1 : \rho \neq I$ (ada hubungan antar variabel)

Statistik Uji menggunakan uji *Chi-Square*

$$\chi^2 = - \left[m - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln|R|$$

Dimana :

n = jumlah observasi

p = jumlah variabel

$|R|$ = determinan matriks korelasi

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{j1} & r_{j2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Daerah Kritis :

Tolak H_0 jika nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{(\alpha; \frac{1}{2}p(p-1))}$

Johnson And Winchern, 2007

Suatu pengamatan $X_1, X_2, \dots, X_p$ mempunyai distribusi normal multivariat dengan parameter μ dan Σ jika mempunyai fungsi densitas sebagai berikut

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{p}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)' \Sigma^{-1}(x-\mu)}$$

$$d_{ij}^2 = (x_{ij} - \bar{x}_j)' S^{-1} (x_{ij} - \bar{x}_j)$$

Nilai invers matriks varian kovarian S merupakan taksiran dari Σ dimana nilai S dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut.

$$S_j^2 = \left(\frac{\sum_{k=1}^m (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}{m-1} \right)$$

Sehingga apabila terdapat kurang dari 50% jarak $d_j^2 \leq \chi_{(p,0.05)}^2$ maka data berdistribusi multivariat normal

Dimana :

x_{ij} = vektor objek pengamatan ke- i pada variabel ke- j

$i = 1, 2, \dots, m$ dan m adalah jumlah subgrup

$j = 1, 2, \dots, p$ dan p adalah jumlah karakteristik kualitas

$\bar{x}_j$ = vektor rata-rata pengamatan pada karakteristik kualitas ke- j

S^{-1} = invers matriks kovarian $S_{p \times p}$

DISTRIBUSI MULTIVARIAT NORMAL

Montgomery, 2009

Peta kendali statistika adalah suatu alat yang digunakan untuk melihat kualitas hasil proses apakah terkendali secara statistik. Berdasarkan karakteristik kualitasnya, peta kendali dibedakan menjadi peta kendali variabel dan atribut. Berdasarkan banyaknya karakteristik kualitas yang akan diukur, peta kendali dibagi peta kendali univariat yang diperkenalkan oleh Walter A. Shewhart dan untuk mengukur dua atau lebih karakteristik kualitas secara bersamaan digunakan peta kendali multivariat yang diperkenalkan oleh Harold Hotelling, peta kendali ini dikenal sebagai peta kendali T^2 Hotelling. Peta kendali yang digunakan untuk mengendalikan *mean* proses adalah peta kendali T^2 Hotelling, sedangkan untuk mengendalikan *varians* proses digunakan peta kendali *generalized variance*

Montgomery, 2009

Peta kendali *generalized Variance* digunakan untuk mengontrol varians dari proses. Varians proses digambarkan dari matriks varian kovarian Σ berukuran $p \times p$ dimana elemen diagonal utama adalah varians, elemen yang lain adalah kovarians dari varian proses, dimana determinan dari sampel kovarian matriks secara luas digunakan untuk mengukur penyebaran multivariat.

$$E(|S|) = b_1 |\Sigma|$$

$$\text{var}(|S|) = b_2 |\Sigma|^2$$

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i)$$

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[\prod_{j=1}^p (n-j+2) - \prod_{j=1}^p (n-j) \right]$$

Sehingga batas kendali peta kendali untuk $|S|$ adalah sebagai berikut.

$$BKA = \frac{|S|}{b_1} (b_1 + \sqrt{3b_2})$$

$$\text{Garis tengah} = \overline{|S|}$$

$$BKB = \frac{|S|}{b_1} (b_1 - \sqrt{3b_2})$$

Montgomery, 2009

Peta kendali T^2 Hotelling adalah alat yang digunakan untuk mengontrol suatu proses produksi dan mengendalikan vektor rata-rata dari proses multivariat. Peta kendali T^2 Hotelling mempunyai dua jenis yaitu peta kendali T^2 Hotelling untuk data subgrup dan peta kendali T^2 Hotelling untuk data individual.

Peta kendali T^2 Hotelling individual digunakan apabila ukuran subgrup sampel (n) yang digunakan adalah satu ($n=1$). Sedangkan peta kendali T^2 Hotelling subgrup digunakan untuk data subgrup berukuran m , dimana anggota tiap-tiap sampel adalah n dengan p adalah jumlah karakteristik kualitas yang diamati pada tiap-tiap sampel. Nilai $\bar{x}$ dan S menjadi vektor sampel rata-rata dan matriks kovarian

Pada peta kendali T^2 Hotelling individu, data yang dipakai akan dihitung vektor rata-rata dan matriks kovariansya dengan menggunakan perhitungan kovarians sebagai berikut.

$$S = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})'$$

Setelah menghitung nilai matriks kovarians, selanjutnya menghitung nilai statistik T^2 Hotelling individual dengan persamaan.

$$T_i^2 = (x_i - \bar{x})' S^{-1} (x_i - \bar{x}), \quad k = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, p$$

Sedangkan batas kendali peta kendali T^2 Hotelling individu adalah sebagai berikut.

$$BKA = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp} f_{\alpha, p, (m-p)}$$
$$BKB = 0$$

Dimana:

m = banyaknya pengamatan

p = banyaknya karakteristik kualitas

Struktur Data

Sampel (i)	Variabel Kualitas (j)				T_i^2
	1	2	...	p	
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1p}	T_1^2
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2p}	T_2^2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mp}	T_m^2
Mean	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	...	$\bar{x}_p$	
Varians	s_1^2	s_2^2	...	s_p^2	

PETA KENDALI T^2 HOTELLING { 19 }

Kotz dkk, 1993

Kapabilitas proses merupakan kemampuan suatu proses untuk beroperasi sesuai dengan standar yang ditentukan. Salah satu analisis kapabilitas proses adalah analisis kapabilitas proses multivariat, dalam penerapannya diperlukan syarat bahwa peta kendali multivariat sudah terkendali dan asumsi multivariat juga telah terpenuhi

Proses dikatakan kapabel jika :

1. Proses sudah dalam keadaan terkendali
2. Proses memenuhi batas spesifikasi
3. Tingkat presisi dan akurasi yang tinggi

$$Cp = \frac{K}{x_{p,0.9973}^2} \left[\frac{(v-1)p}{S} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$B = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^T A^{-1} (x_i - \bar{x})$$

Nilai A^{-1} merupakan invers dari matriks $X^T X$ dimana perhitungan K ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$K^2 = (\bar{x}_i - \xi_j)^T V_0^{-1} (\bar{x}_i - \xi_j)$$

Dimana :

v = jumlah pengamatan pada diagram kontrol yang telah terkendali

p = jumlah karakteristik kualitas

$x_{p,0.9973}^2$ = batas produk yang sebenarnya dengan probabilitas ketidaksesuaian 0.27%.

V_0^{-1} = invers matriks varian kovarian

$\xi = \frac{1}{2} (BSA + BSB)$

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1995

limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri dan dibuang ke lingkungan. Pada limbah cair terdapat bahan organik yang dapat bersifat toksik di perairan.

EMDI-BAPEDAL, 1994

Sumber utama air limbah pabrik gula adalah air pendingin pada kondensor baromatik. Gula yang terbawa dalam uap dari evaporator masuk ke dalam air pendingin. Air pendingin ini merupakan 90% dari keseluruhan penggunaan air, sisanya 10% berasal dari air proses dari pencucian pada penghilangan warna, pencucian endapan saringan tekan, dan air cuci lantai dan alat. Parameter utama untuk kilang penggilingan tebu dan pemurnian gula adalah BOD, COD, TSS, dan PH. parameter sekunder adalah temperatur, nitrogen, minyak dan lemak, sulfida, dan padatan keseluruhan.

Baku Mutu Air Limbah Industri Gula

Parameter	Kadar Maksimum (Mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (g/ton)
BOD	60	30
COD	100	50
TSS	50	25
Minyak dan Lemak	5	2.5
Sulfida	0.5	0.25
pH	6.0 – 9.0	
Kuantitas Limbah Maksimum	19.500 m ³ per ton tebu yang diolah	

(Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014)

LIMBAH CAIR PABRIK GULA

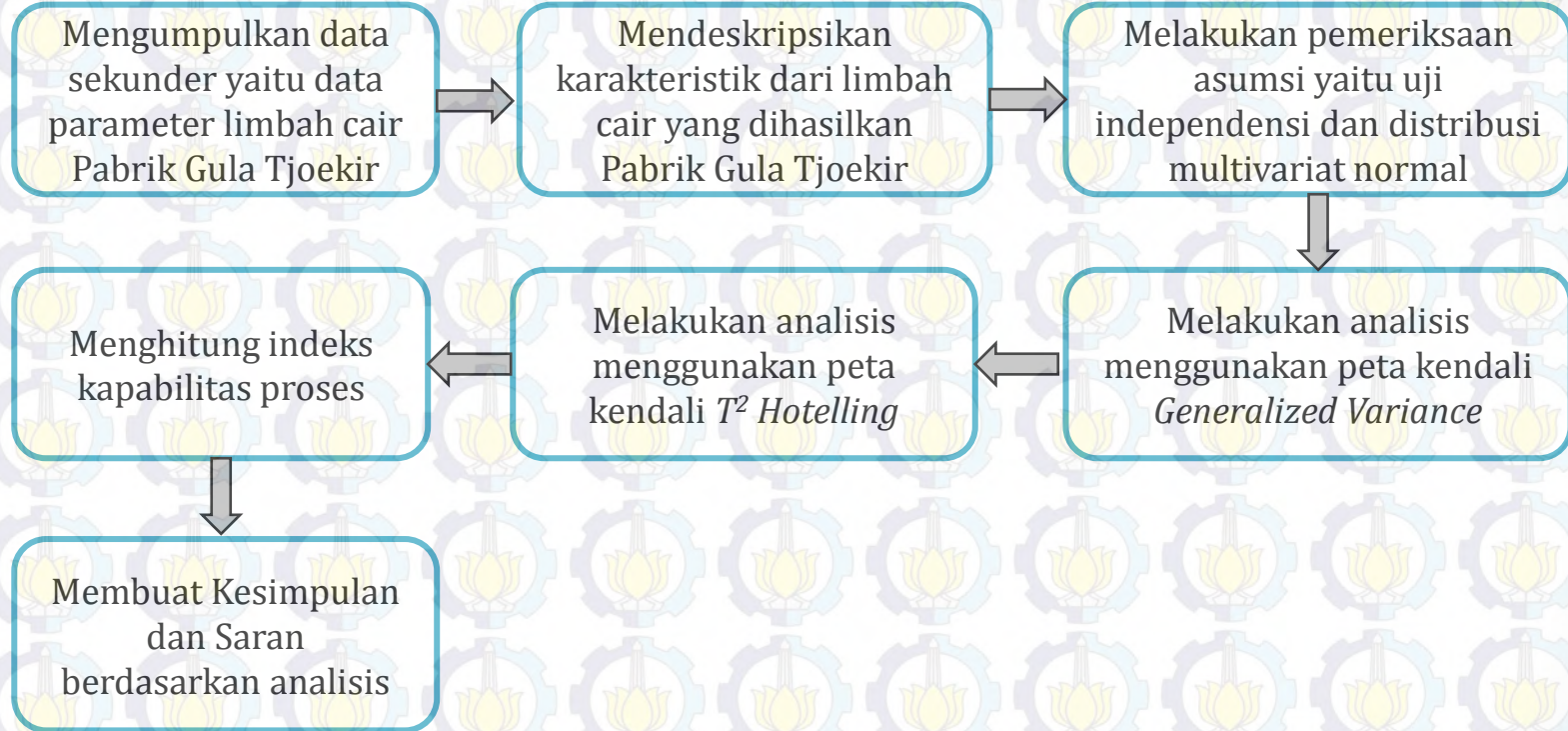


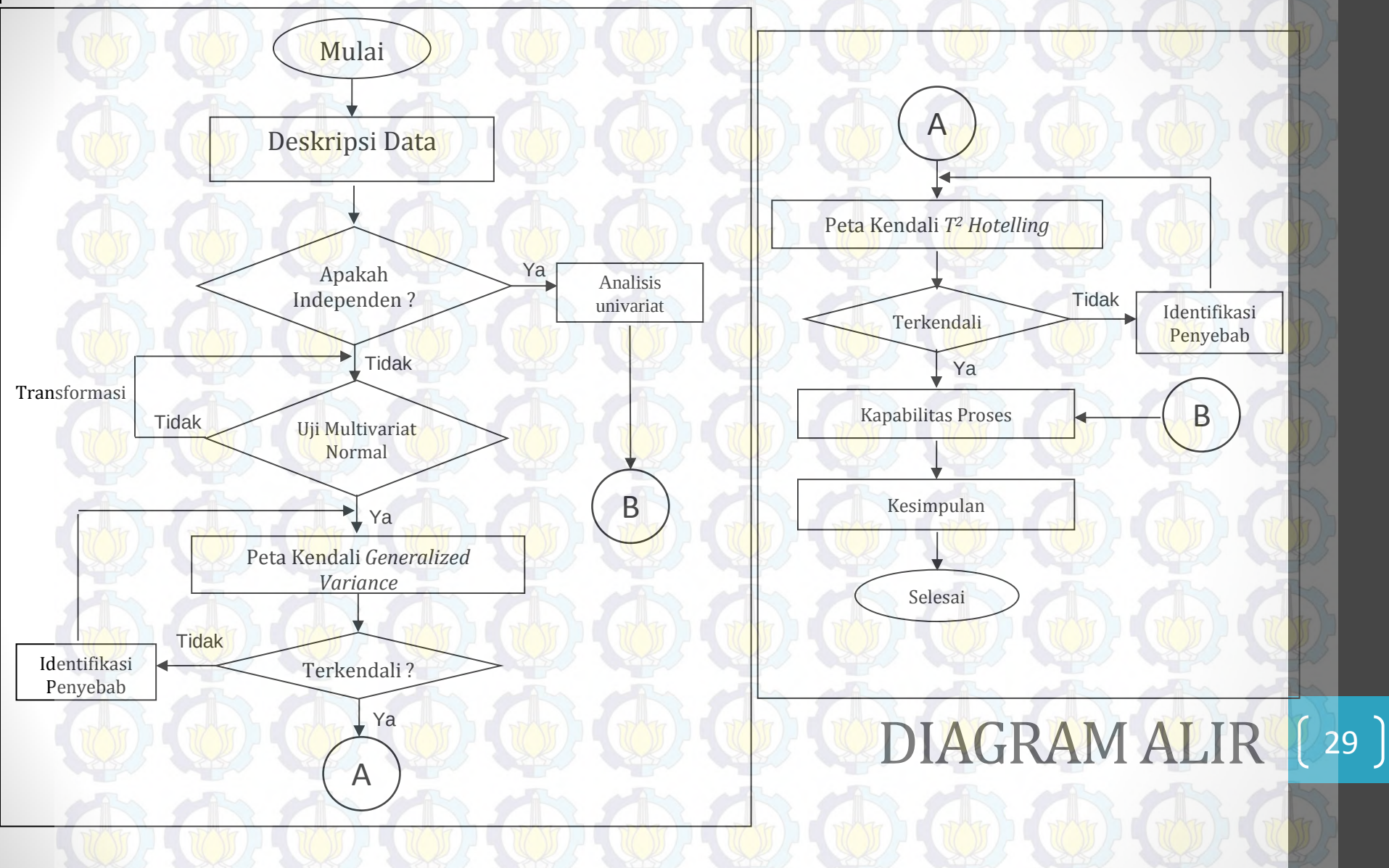
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data karakteristik kualitas limbah cair gabungan yang dihasilkan setelah proses produksi gula yang diperoleh dari Pabrik Gula Tjoekir pada periode proses giling tahun 2015 yaitu bulan Juni sampai Oktober. Variabel kualitas yang diukur adalah BOD, COD, TSS, dan pH, dimana subgrup yang digunakan adalah hari pada saat pengukuran variabel kualitas. Untuk melihat kualitas limbah dilakukan pengamatan setiap 5 hari sekali sehingga sampel yang digunakan adalah pengamatan secara individu.

Sampel (i)	Variabel Kualitas (j)				T_i^2
1	pH X_{11}	BOD X_{12}	COD X_{13}	TSS X_{14}	T_1^2
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	T_2^2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
20	$X_{20,1}$	$X_{20,2}$	$X_{20,3}$	$X_{20,4}$	T_{20}^2
Mean	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	
Varians	S_1^2	S_2^2	S_3^2	S_4^2	

Variabel	Keterangan
BOD (Biological Oxygen Demand)	jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umaly dan Cuvin, 1988)
COD (Chemical Oxygen Demand)	jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990).
TSS (Total Suspended Solid)	Padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Air buangan industri mengandung jumlah padatan tersuspensi dalam jumlah yang sangat bervariasi tergantung dari jenis industrinya (Fardiaz, 1992).
PH	Derajat keasaman suatu zat. pH normal air yaitu 6 – 8.



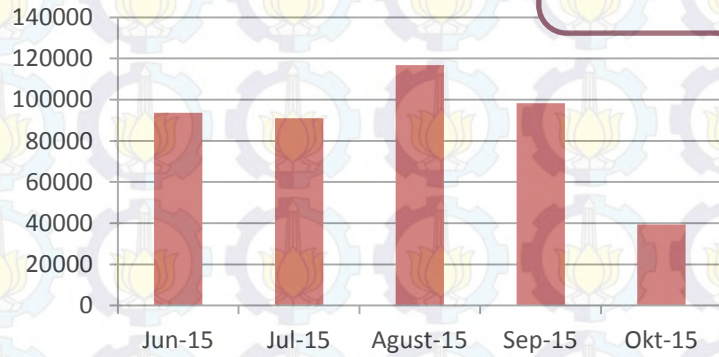




BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

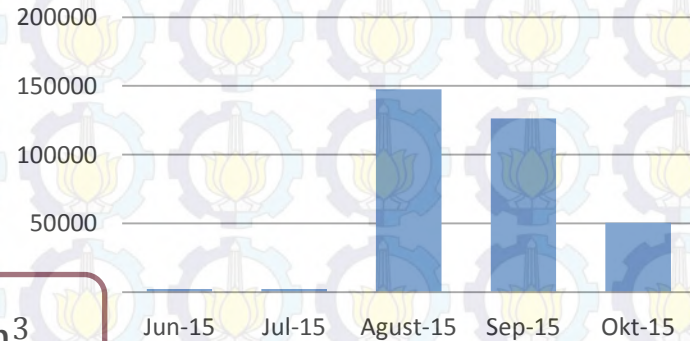
438966.2 ton



Gula yang di Produksi Selama Tahun 2015

Debit Air Limbah Selama Tahun 2015

147502 m³



**KARAKTERISTIK LIMBAH CAIR PABRIK GULA TJOEKIR
PERIODE GILING TAHUN 2015**

Karakteristik Kualitas Limbah Cair

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
pH	7,039	0,342	4,950	7,620
BOD	183,3	11354,3	9,2	425,3
COD	513,1	80596,4	34,5	968,8
TSS	77,1	8764,5	10,0	390,0

BOD	60
COD	100
TSS	50
pH	6.0 – 9.0

**KARAKTERISTIK LIMBAH CAIR PABRIK GULA TJOEKIR
PERIODE GILING TAHUN 2015**

Uji Independensi

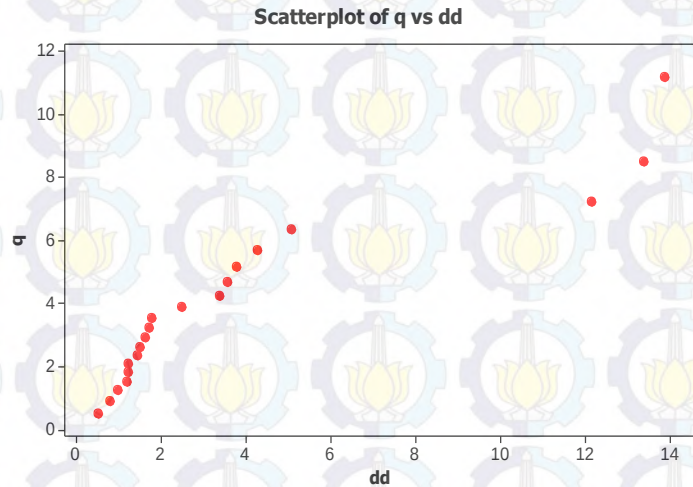
$H_0 : \rho = 1$ (tidak ada korelasi antar BOD, COD, TSS, dan pH)

$H_1 : \rho \neq 1$ (ada korelasi antar karakteristik kualitas yaitu BOD, COD, TSS dan pH)

Tolak H_0 jika χ^2_{hitung} lebih dari $\chi^2_{(\alpha; \frac{1}{2}p(p-1))}$ Dengan $\alpha = 0,05$

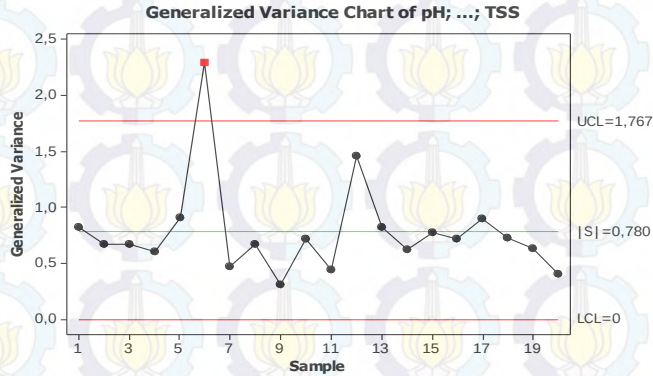
χ^2 Hitung	χ^2 Tabel
33,84762	12,592

Distribusi Multivariat Normal



Nilai t
0,6

PEMERIKSAAN ASUMSI { 34 }



Faktor penyebab tidak terkendalinya karakteristik kualitas adalah umur mesin, bahan, suhu dan bahan kimia

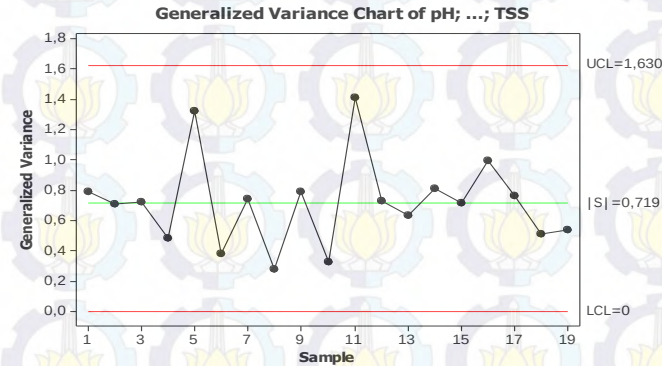
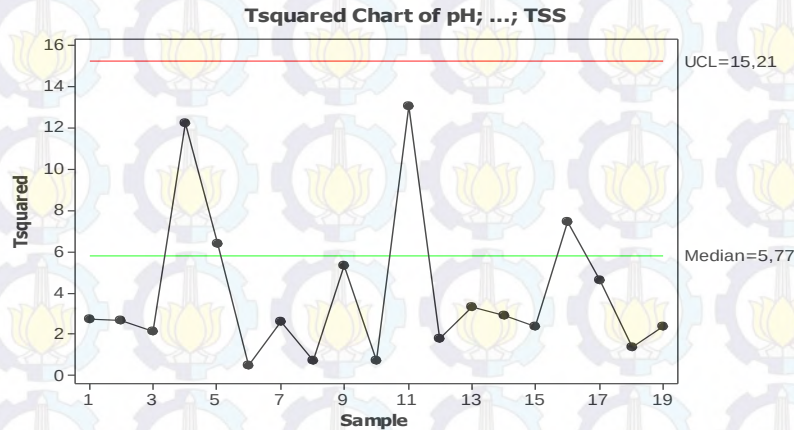


DIAGRAM KENDALI GENERALIZED VARIANCES [35]

DIAGRAM KENDALI T^2 HOTELLING



Mean Proses Terkendali
Secara Statistik

INDEKS KAPABILITAS PROSES

k	χ^2	S	Cp
2,1713	16,2512	3,0018	0,6543



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1

Pada tahun 2015, pabrik Gula Tjoekir mampu memproduksi gula sebanyak 438966.2 ton. Sedangkan debit tertinggi air limbah yang dihasilkan yaitu pada bulan agustus yang mencapai angka 147502 m³. Berdasarkan statistika deskriptif didapatkan hasil banyak kandungan dari karakteristik kualitas yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan perusahaan.

2

Data limbah cair industri pabrik gula Tjoekir tahun 2015 sudah memenuhi asumsi distribusi multivariat normal dan berkorelasi antar variabel, sehingga sudah bisa digunakan untuk dianalisis dengan diagram kendali

3

diagram kendali *generalized variance* menunjukkan adanya ketidaksesuaian dengan penyebab tidak terkendalnya variabel kualitas adalah kondisi mesin, bahan baku, suhu, dan bahan kimia yang ikut terbawa sampai ke tahap akhir dari proses produksi gula

4

diagram kendali T^2 Hotelling didapatkan hasil *mean* proses dari limbah cair pabrik Gula Tjoekir periode giling tahun 2015 sudah terkendali secara statistik.

5

Nilai dari indeks kapabilitas proses secara multivariat pada karakteristik kualitas limbah cair industri pabrik gula menunjukkan bahwa hasil belum kapabel.

Penelitian ini hanya pada kondisi air limbah setelah proses produksi gula selesai dan sebelum masuk ke dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah sehingga belum dapat digunakan untuk memutuskan kondisi air limbah setelah diolah. Oleh karena itu saran untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan data karakteristik kualitas air limbah setelah diolah di IPAL. Selain itu karena keterbatasan waktu yang dimiliki oleh peneliti juga berakibat pada keterbatasan data yang diperoleh, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah data pengamatan dan melakukan analisis menggunakan metode yang berbeda.

Saran untuk perusahaan yaitu penelitian ini bisa digunakan sebagai pandangan untuk menentukan kebijakan yang akan digunakan kedepannya. Seperti memberikan informasi mengenai standar tebu kepada petani yang akan menyalurkan tebu ke pabrik, dan sering melakukan inspeksi terhadap alat.



DAFTAR PUSTAKA

- Bambang S, Budianto. (1993). *ReTraining Pengelolaan dan Pengolahan Air Buangan Industri untuk Jurusan Teknik Kimia se- Indonesia*, di PEDC Bandung.
- Boyd, C.E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama : Alabama Agriculture Experimental Station, Auburn University. 482 p.
- Effendi, Hefni. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius.
- EMDI-BAPEDAL. (1994). *Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia : Sumber Pengendalian dan Baku Mutu*. Jakarta : BAPEDAL.
- Fardiaz, Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Hanim, Fitria. (2008). *Pengaruh Pembuangan Limbah Industri Gula Tjoekir Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Kecamatan Diwek Kabupaten Jombang*. [Online] tersedia : <http://karyailmiah.um.ac.id/index.php/Geografi/article/view/3917> [20 Januari 2016]
- Hidayat, T., & Istiadah, N. (2011). *Panduan Lengkap SPSS 19 untuk Mengolah Data Statistik Penelitian*. Jakarta : Media Kita.
- Isyuniarto, dkk. (2007). *Proses Ozonisasi Pada Limbah Cair Industri Gula*. [Online] tersedia : journal.kimia.wan.org/index.php/jki/article/view/19.pdf [20 Desember 2015]
- Johnson, R.A. dan Wichern, D.W. (2007) . *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Edisi Keenam. New Jersey: Prentice Hall.
- Kots, J., & L., N. (1993). *Process Capability Indices*. Chapman & Hail.
- Maghfiroh, Ima. 2013. *Analisis Peran Pemerintah dalam Mengatasi Limbah Industri Pabrik Gula Tjoekir*. [Online] tersedia : <http://administrasipublik.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jap/article/viewFile/102/87> [20 Januari 2016]
- Montgomery, D.C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition*. USA.
- Morrison, D.F. (1990). *Multivariate Statistical Methods (3rd ed)*. USA : McGraw-Hill, Inc.
- PTPN X. (2015). *Profil Pabrik Gula Tjoekir*. [Online] tersedia : <http://ptpn10.co.id/page/unit-usaha#anak-perusahaan> [20 Desember 2015]
- Renchern, J. (2002). *Methods of Multivariate Analysis (2nd ed)*. Inc. New York : John Wiley & Sons.
- Umaly, R.C. & Ma L.A. Cuvin. (1988). *Limnology : Laboratory and Field Guide, Physico-chemical Factors, Biological Factors*. Metro Manila : National Book Store, Inc. Publisher.
- Yusmita, N (2014). *Skripsi Analisis Kualitas Air Sungai Pakis Akibat Limbah Pabrik Gula Pakis Baru di Kecamatan Tayu Kabupaten Pati*. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah. Surakarta.



PROPOSAL TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS AIR LIMBAH PROSES INDUSTRI DI PABRIK GULA TJOEKIR JOMBANG

Ihya Putty Ulinnuha
1313030088

Dosen Pembimbing:
Drs. Haryono, M.SIE

DIII Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016