

Anies-
2696
S

3100099010871

Tugas Akhir

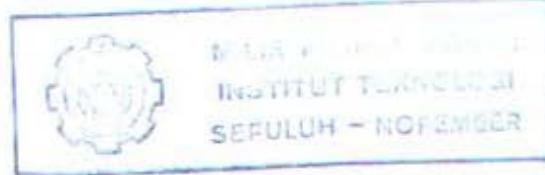
PENGENDALIAN KUALITAS MULTIVARIABEL DAN PENJADUALAN PROSES PRODUKSI KOMPONEN FRAME FARKLIFT TYPE BX-C DI PT. UNITED TRACTORS

Oleh :

KAMELIA
1394. 100. 008

RSS1
519.535
Kam
P-1
1998

25-8-98
H
846



JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1998

**PENGENDALIAN KUALITAS MULTIVARIABEL
DAN PENJADUALAN PROSES PRODUKSI
KOMPONEN FRAME FARKLIFT TYPE BX-C
DI PT. UNITED TRACTORS**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Menyelesaikan Program S-1 Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

KAMELIA
1394. 100. 008

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1998**

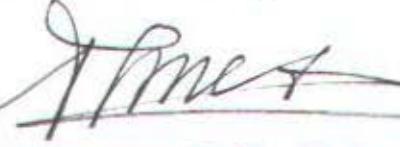
**PENGENDALIAN KUALITAS MULTIVARIABEL
DAN PENJADUALAN PROSES PRODUKSI KOMPONEN FRAME
FARKLIFT TYPE BX-C DI PT. UNITED TRACTORS**

Oleh :

K A M E L I A
1394.100.008

Surabaya, Maret 1998

Menyetujui
Dosen Pembimbing


Drs. Slamet Mulyono, M.Sc., Ph.D.

NIP. 130 312 520

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS



NIP. 130 312 520

ABSTRAK

ABSTRAK

Salah satu tujuan jangka panjang pembangunan ekonomi di Indonesia adalah merubah secara fundamental struktur ekonomi Indonesia, sehingga sektor industri menjadi sangat penting agar bisa menjadi tulang punggung ekonomi. Oleh karena itu PT. United Tractors sebagai salah satu industri penghasil forklift type BX-C selalu berusaha memberi kepuasan pada konsumen baik dari segi kualitas maupun dari segi harga. Dengan jaminan kualitas yang bagus dan harga yang relatif lebih rendah PT. United Tractors yakin akan mampu bersaing di dalam dan luar negeri dalam perdagangan forklift.

Dari 11 variabel jarak pada proses pembuatan frame forklift bisa disusutkan menjadi 4 faktor, yaitu faktor pertama adalah lebar fender, lebar bracket front axle, lebar frame dan lebar bracket engine. Faktor kedua terdiri dari lebar bracket tilt dan jarak float 1. Faktor ketiga terdiri jarak bracket radiator dan jarak bracket mufler. Faktor keempat terdiri dari lebar V-member, jarak float 2 dan jarak lubang float. Sedangkan untuk 14 variabel pengelasan ternyata juga disusutkan menjadi 4 faktor. Dimana Faktor 1 merupakan bagian pada pos welding 1 yang terdiri dari pengelasan steering bracket, fender, bracket tilt 2, fender bagian atas dan fender bagian bawah. Faktor 2 adalah bagian pada pos welding 2 yang terdiri dari pengelasan bracket tilt 1, plate 1, bracket engine dan float. Bagian yang dilas pada pos welding 3 berada pada faktor 3 yaitu bagian rear support, plate 2 dan V-member. Sedangkan faktor 4, yaitu pengelasan plate 3 dan side plate yang dilas pada pos welding 4. Variabel dalam satu faktor tersebut saling terkait baik secara teknik manufaktur maupun secara statistik.

Berdasarkan hasil analisa faktor, maka dibuat peta kendali bersama (multivariate) tiap faktor karena variabel dalam satu faktor saling terkait sehingga didapatkan informasi yang benar. Ternyata untuk karakteristik jarak, kondisi proses tidak terkendali pada faktor pertama dan faktor keempat, semua ini disebabkan operator yang kurang terampil dan kualitas bahan baku kurang bagus. Sehingga dibuat peta kendali penyesuaian dengan membuang data yang keluar dari batas kendali. Sedangkan untuk karakteristik pengelasan, kondisi proses tidak terkendali pada faktor pertama, faktor kedua, faktor keempat disebabkan karena mesin las yang sudah aus dan kesalahan operator, sehingga dapat dibuat peta kendali penyesuaian dengan membuang data yang keluar batas. Dan ternyata semua peta kendali penyesuaian menunjukkan kondisi terkendali.

Dari analisis kemampuan proses, maka dapat disimpulkan bahwa proses produksi secara umum kurang baik karena dari 25 variabel yang diperiksa prosesnya hanya 7 proses saja yang kapabel.

Dengan mendapatkan ramalan permintaan frame forklift untuk 6 periode, maka dapat disusun penjadwalan pembelian bahan baku untuk pembuatan frame dengan metode MRP. Sehingga diperoleh informasi kapan harus melakukan pemesanan. Selain itu *total increment cost* untuk pembelian semua bahan baku untuk satu frame forklift type BX-C adalah Rp 2476.77, yang sebelumnya sebesar Rp 3050,00.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa suatu halangan.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat kelulusan program S1 Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan penulis. Walau demikian penulis tetap berharap semoga Tugas Akhir ini berguna bagi segenap Direksi dan karyawan PT. United Tractors Jakarta, mahasiswa Statistika FMIPA ITS khususnya dan seluruh pembaca.

Dalam kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mama, Ayah serta abang dan adikku tersayang yang telah memberikan do'a, dorongan semangat, kasih sayang dan segalanya.
2. Bapak Drs. Slamet Mulyono, MSc. PhD. sebagai Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS dan selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam mengerjakan tugas akhir ini.

3. Arman dan kawan-kawan di PT. UT Jakarta.
4. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Statistika FMIPA ITS.
5. Mas Iwan, Mbak Sapta (T-3), Mbak Fenny, Rini, Vella, dan teman-teman Statistika FMIPA ITS yang telah memberi perhatian dan membantu terselesainya tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap agar penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya dan mendapat Ridho dari Allah SWT.

Surabaya , 10 Maret 1998

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	3
1.3. Hipotesis	4
1.4. Tujuan penelitian	5
1.5. Manfaat penelitian	5
1.6. Batasan Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Analisis Multivariate	8
2.2. Pengendalian Proses Statistik	21
2.3. Analisa Time Series	31
2.4. Analisa Sistem Persediaan	43
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	50
3.1. Pengumpulan Data	50
3.2. Metode Analisis Data	56
BAB IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	58
4.1. Hubungan Antara Karakteristik Kualitas	58
4.2. Pengendalian Proses Statistik untuk Produksi Frame	65
4.3. Penjadwalan Persediaan Bahan Baku Frame	84
BAB V. Kesimpulan Dan Saran	93
5.1. Kesimpulan	93
5.2. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Ellips pengendali dua variabel independent	24
2. Gambar 2.2. Ellips pengendali dua variabel dependent	24
3. Gambar 2.3. Peta kendali Hotteling T^2 untuk $p=2$ karakteristik kualitas	26
4. Gambar 3.1. Proses Pembuatan Frame Forklift Type BX-C	51
5. Gambar 3.2. Kebutuhan Komponen Forklift	52
6. Gambar 3.3. Peta Proses Pengelasan	53
7. Gambar 3.4. Variabel Jarak Yang Diukur	55
8. Gambar 3.5. Variabel Pengelasan Yang Diukur	55

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1. Fungsi autokorelasi dan fungsi	
2. Tabel 2.2. Contoh Pendekatan Tanggal/Jumlah	47
3. Tabel 2.3. Contoh Pendekatan Paket Waktu	47
4. Tabel 2.4. Contoh Status Persediaan	48
5. Tabel 2.5. Contoh Kebutuhan Kotor Setiap Periode	49
6. Tabel 2.6. Contoh Pembuatan Offsetting	49
7. Tabel 4.1. Nilai Akar Ciri dan Keragaman	59
8. Tabel 4.2. Nilai Akar Ciri dan Keragaman	62
9. Tabel 4.3. Spesifikasi Kemampuan Proses	81
10. Tabel 4.4. Keragaman Proses	82
11. Tabel 4.5. Nilai Kapabilitas Proses	83
12. Tabel 4.6. Estimasi Model ARIMA (0,1,1)	85
13. Tabel 4.7. Estimasi ARIMA (2,1,0)	86
14. Tabel 4.8. Nilai peramalan permintaan forklift	89
15. Tabel 4.9. Penjadwalan Clamp	89
16. Tabel 4.10. Penjadwalan Seat	90
17. Tabel 4.11. Penjadwalan Clip	90
18. Tabel 4.12. Penjadwalan Plate	91
19. Tabel 4.13. Penjadwalan Boss	91

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu tujuan jangka panjang pembangunan ekonomi di Indonesia adalah merubah secara fundamental struktur ekonomi Indonesia , sehingga produksi nasional di luar pertanian akan merupakan bagian yang berperan besar dan sektor industri menjadi sangat penting, agar bisa menjadi tulang punggung ekonomi.

Pada era pasar bebas yang merupakan era baru perekonomian dunia dalam wujudnya yang nyata sebagai liberalisme perdagangan internasional. Era pasar bebas ini berpengaruh terhadap dunia bisnis, jika ditinjau dari sudut ekonomi mikro akan dapat meningkatkan persaingan dunia usaha, dari tingkat domestik ke tingkat global dan juga membuka peluang sekaligus ancaman bagi dunia usaha.

Oleh karena itu dalam menghadapi era pasar bebas maka sektor industri perlu memperhatikan faktor-faktor yang menyebabkan perubahan baik dari luar yang meliputi persaingan yang ketat, keunggulan-keunggulan teknologi

baru, standar mutu dan pelayanan meningkat, tuntutan pelanggan meningkat sedangkan margin menurun. Maupun faktor dari dalam yaitu pentingnya peningkatan efisiensi, efektivitas, produktivitas, adanya penemuan metode baru, pemanfaatan kesempatan usaha. Sehingga arus informasi yang bermutu, bermakna dan berguna memiliki peranan penting agar suatu perusahaan dapat mencapai keunggulan dalam persaingan.

Dalam lingkungan bisnis yang kompetitif telah mengubah hukum pasar pembeli menjadi hukum pasar penjual, sehingga hanya ada dua perusahaan yang bakal bertahan hidup: (1) perusahaan yang secara total melakukan kendali mutu (total quality company) dan (2) perusahaan berciri dan berorientasi secara total pada kualitas.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa tak ada satu perusahaan pun yang mengantongi jaminan sukses seumur hidup, karena kualitas atau mutu berkuasa mencabut nyawa perusahaan dan juga mampu meniupkan napas kehidupan perusahaan. Mengingat bahwa sebagian besar kebangkrutan suatu perusahaan disebabkan karena kesalahan yang dapat dicegah dengan manajemen mutu atau melakukan hal-hal secara benar dan pada saat yang tepat.

PT.United Tractors memproduksi kendaraan pengangkut untuk barang berkapasitas besar, salah satu jenis

kendaraan yang diproduksinya adalah **forklift**. Pada masa sekarang ini **forklift** yang banyak dipesan adalah Type BX-C yang merupakan model terbaru dan sebagai pengembangan teknologi dari type ZB3-USA, yang tersusun dari beberapa komponen, yaitu :

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Mesin (Engine) | 6. Steering |
| 2. Muffler dan Exhaust | 7. Frame |
| 3. Radiator | 8. Fasilitas operator |
| 4. Tangki | 9. garpu |
| 5. Power Train dan Front | 10. Sistem listrik dll. |

Axle

Dalam memenuhi permintaan konsumen maka PT. United tractors berusaha memberikan jaminan kualitas forklift tersebut, sehingga komponen yang perlu diperhatikan adalah frame forklift, yaitu body dari forklift. Karena pentingnya frame forklift sebagai daya tarik pertama bagi konsumen untuk membelinya maka kualitasnya harus terjamin dan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh KES (Komatsu Engineering Standard).

1.2. Permasalahan

Selama ini, kontrol kualitas yang dilakukan dalam produksi **forklift** cukup baik, namun informasi yang di-

peroleh dari kontrol kualitas tersebut masih dirasa kurang dimanfaatkan sehingga kadang menimbulkan masalah :

1. Pada proses assembling, terdapat peningkatan atau pengurangan ukuran spesifikasi komponen forklift.
2. Waktu untuk memeriksa satu unit frame terlalu lama (\pm 2 jam), sehingga diupayakan untuk pengurangan waktu pemeriksaan.
3. Selain itu biaya produksi yang semakin tinggi.

1.3. Hipotesis

Sejalan dengan semakin kritisnya konsumen dan semakin banyaknya pesaing baik dari dalam maupun luar negeri, maka diduga :

1. Adanya hubungan diantara spesifikasi kualitas yang telah diterapkan PT. United Tractors.
2. Proses produksi sudah sesuai dengan standart yang ditetapkan PT. United Tractors.
3. Biaya produksi bisa ditekan jika terdapat penjadwalan persediaan bahan baku frame forklift.

1.4. Tujuan penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencari dan mengetahui informasi tentang forklift type BX-C berdasarkan komponen-komponennya, yaitu :

1. Mengetahui hubungan antara karakteristik kualitas.
2. Melihat stabilitas dan sumber-sumber variasi komponen frame forklift dari karakteristik kualitasnya secara bersama.
3. Memperkirakan kemampuan proses produksi frame forklift ini dan menentukan hasil pengukuran lebih besar atau lebih kecil dari spesifikasi yang ditetapkan.
4. Menentukan besarnya/banyaknya persediaan bahan baku frame forklift type BX-C yang ekonomis agar dapat menghemat biaya.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

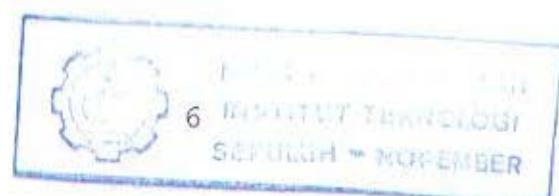
- 1.PT. United Tractors dapat menegelompokkan karakteristik kualitas yang ada menjadi beberapa faktor yang dapat dipakai sebagai pedoman dalam analisis pengendalian kualitas, sehingga dapat mengurangi waktu pemeriksaan.

- 2.Dengan terbentuknya peta kontrol, akan dapat diketahui penyimpangan proses dan dapat mengeliminasi penyimpangan tersebut dengan mencari sebab-sebabnya.
- 3.Selain itu yang terpenting adalah adanya informasi tentang kecenderungan hasil pengukuran (kapabilitas proses dalam 1 semester[6 bulan]), sehingga dapat mengantisipasi pengurangan atau kelebihan hasil pengukuran dari spesifikasi yang akan menjadi masalah pada proses assembling.
- 4.Dapat menentukan besarnya persediaan yang optimal.

1.6. Batasan Penelitian

Karena keterbatasan waktu, fasilitas dan kemampuan yang dimiliki peneliti, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- 1.Penelitian hanya difokuskan pada produksi salah satu jenis forklift type BX-C dengan mengambil salah satu komponen yaitu frame (3EB-42-A511121).
- 2.Produk yang diamati diproduksi pada bulan Januari 1997 sampai dengan Juni 1997.
- 3.Data Penjadwalan produksi yang diambil mulai Januari 1993 sampai dengan Juli 1997



4. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil oleh Quality Assurance Section PT. United Tractors.
5. Penelitian dengan menggunakan metode Quality Control Multivariate dan pembahasannya dilakukan pada peta kendali multivariate, analisa kemampuan proses, serta penjadwalan produksi frame forklift.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Multivariate

Di dalam penelitian ini terdapat sekumpulan obyek yang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda pada setiap individunya, data yang dihasilkan disebut data multivariat. Data multivariate tidak bisa dianalisis secara terpisah-pisah sebab data multivariat tersebut menjelaskan persoalan secara terpadu sehingga perlu suatu metode analisis yang mampu menjelaskan hubungan antara obyek penelitian. Jika data multivariat mempunyai dimensi yang cukup besar maka permasalahan akan semakin rumit, maka diperlukan penyederhanaan struktur serta dimensi yang mendasari data multivariat tersebut dengan tujuan untuk mempermudah dalam menginterpretasikan data tersebut tanpa harus kehilangan banyak informasi.

Suatu metode statistik yang dapat digunakan untuk mencari peubah baru yang jumlahnya lebih sedikit tetapi mampu memberikan penjelasan tentang variasi dari peubah

yang jumlahnya lebih banyak adalah Analisis Multivariat.

Didalam analisis multivariat terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu analisis komponen utama (*principle component analysis*), analisis faktor (*factor analysis*), analisis kelompok (*cluster analysis*) dan analisis diskriminan (*discriminant analysis*).

Disini hanya akan dijelaskan analisis komponen utama dan analisis faktor beserta kegunaan dan tujuan dari analisis tersebut secara singkat.

2.1.1. Analisis Komponen Utama

Salah satu analisis multivariat yang digunakan untuk menyederhanakan ukuran dari peubah-peubah yang korelasi liniernya selaras adalah analisis komponen utama, sehingga jika terdapat p peubah maka dapat disederhanakan menjadi q peubah dimana ($q \leq p$) yang dapat mewakili keragaman (*variabilitas*) peubah-peubah yang ada.

Sehingga dengan analisis komponen utama didapatkan susutnya ukuran (*dimensi*) peubah atau menyederhanakan struktur hubungan peubah sehingga dengan dimensi yang lebih kecil akan lebih mudah untuk melakukan

interpretasi tanpa kehilangan banyak informasi dari data.

Secara aljabar, komponen utama merupakan kombinasi linier dari p peubah acak X_1, X_2, \dots, X_p sebagai sumbu koordinat. Transformasi untuk mendapatkan peubah baru yang disebut komponen utama (Y_1, Y_2, \dots, Y_q) merupakan sistem koordinat baru yang memaksimumkan keragaman total.

Jika dilakukan pengamatan terhadap N individu dan setiap individu dicirikan dalam p peubah, maka organisasi data pengamatan dapat dituliskan sebagai bentuk matriks berukuran $N \times p$

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & x_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{N1} & x_{N2} & \cdot & \cdot & x_{Np} \end{bmatrix} \dots \dots \dots \quad (2.1)$$

Atau dapat dinyatakan sebagai vektor $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ dimana X diasumsikan berdistribusi tertentu (*biasanya Normal Multivariat*) dengan vektor rataan μ dan matriks ragam peragam Σ .

Dari peubah asal dibentuk peubah baru sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \alpha_1' X = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{21}X_1 + \dots + \alpha_{p1}X_p \\
 Y_2 &= \alpha_2' X = \alpha_{12}X_2 + \alpha_{22}X_2 + \dots + \alpha_{p2}X_p \\
 &\vdots \quad \vdots \quad \dots \quad (2.2) \\
 &\vdots \quad \vdots \\
 Y_p &= \alpha_p' X = \alpha_{1p}X_1 + \alpha_{2p}X_p + \dots + \alpha_{pp}X_p
 \end{aligned}$$

atau

$$Y = \alpha' X \quad \dots \quad (2.3)$$

dimana α adalah matrik transformasi yang mengubah peubah asal X menjadi Y yang disebut **komponen utama**. Syarat membentuk komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari peubah asal agar mempunyai keragaman yang besar adalah memiliki $\alpha' = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p)$ sedemikian hingga $\text{var}(Y) = \alpha' \Sigma \alpha$ maksimum dengan kendala $\alpha' \alpha = 1$. Persoalan ini diselesaikan dengan menggunakan metode pengganda Langrange dengan fungsi Langrange sebagai berikut :

$$\phi(\alpha, \lambda) = \alpha' \Sigma \alpha - \lambda(\alpha' \alpha - 1) \quad \dots \quad (2.4)$$

Fungsi ini akan maksimum jika memenuhi syarat :

1. Turunan parsial pertama $\phi(\alpha, \lambda)$ terhadap α dan λ sama dengan nol, maka :

$$\frac{\partial \phi(\alpha, \lambda)}{\partial \alpha} = 2\Sigma \alpha - 2\lambda \alpha \quad \dots \quad (2.5)$$

$$= (\Sigma - \lambda I) \alpha = 0 \quad \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\frac{\partial \Phi(\alpha, \lambda)}{\partial \lambda} = \alpha' \alpha - 1 = 0 \quad \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\alpha' \alpha = 1$$

2. Σ definit positif.

Jika persamaan (2.5) digandakan dengan vektor α , maka :

$$2\alpha' \Sigma \alpha - 2\lambda \alpha' \alpha = 0$$

$$\lambda = \alpha' \Sigma \alpha \quad \dots \dots \dots (2.8)$$

$$\text{Var}(Y) = \text{Var}(\alpha' X)$$

$$= \alpha' \Sigma \alpha = \lambda \quad \dots \dots \dots (2.9)$$

Selanjutnya α ditentukan dari persamaan

$$(\Sigma - \lambda I) \alpha = 0 \quad \dots \dots \dots (2.10)$$

Komponen utama ke- j adalah kombinasi linier berbobot dari peubah asal yang menerangkan keragaman data tersebut dan dalam analisis selanjutnya disajikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_j &= \alpha_j' X \\ &= \alpha_{j1} X_1 + \alpha_{j2} X_2 + \dots + \alpha_{jp} X_p \end{aligned} \quad \dots (2.11)$$

$$j = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{dan } \text{Var}(Y_j) = \alpha_j' \Sigma \alpha_j \quad \dots (2.12)$$

$$= \lambda_j$$

dimana λ_j dan α_j adalah akar-akar karakteristik serta vektor-vektor karakteristik dari matrik ragam-peragam Σ . Dari persamaan (2.12) dan diketahui $\alpha_j' \alpha_k = 0$ maka:

$$\text{Cov } (Y_j Y_k) = 0 \quad \dots \dots \dots (2.13)$$

Ini menunjukkan bahwa komponen utama tidak saling berkorelasi dan memiliki keragaman sama dengan akar karakteristik dari Σ , sehingga jumlah ragam peubah asal akan sama dengan jumlah komponen utama, yaitu:

$$\begin{aligned} \sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} &= \sum_{i=1}^p \text{var } (X_i) \\ &= \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p \quad \dots \dots \dots (2.14) \\ &= \sum_{i=1}^p \text{Var } (Y_i) \end{aligned}$$

Dengan demikian prosentase keragaman yang bisa diterangkan oleh komponen utama ke- j oleh masing-masing peubah adalah;

$$\frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^p \lambda_j} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (2.15)$$

Untuk melihat keeratan hubungan (korelasi) antara komponen utama ke- j (Y_j) dengan peubah asal ke- i (X_i)

$$\text{digunakan rumus : } \rho_{Y_j X_i} = \frac{\alpha_j \sqrt{\lambda_j}}{\sqrt{\sigma_{ii}}} \quad \dots \dots \dots (2.16)$$

2.1.2. Analisis Faktor

Analisis faktor menggambarkan hubungan dari beberapa peubah dalam jumlah kecil faktor. Peubah-peubah ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa faktor dimana peubah-peubah didalam suatu faktor mempunyai korelasi yang tinggi sedangkan dengan peubah-peubah pada faktor lain korelasinya relatif rendah.

Analisis faktor dapat dipandang sebagai perluasan dari analisis komponen utama. Pada dasarnya analisis faktor bertujuan untuk mendapatkan sejumlah kecil faktor dari sejumlah peubah dimana jumlah faktor akan lebih kecil dari jumlah peubah tersebut. Analisis faktor memiliki sifat sebagai berikut:

1. Mampu menerangkan semaksimal mungkin keragaman data
2. Antar faktor saling bebas
3. Tiap faktor dapat diinterpretasikan

Vektor peubah acak X yang diamati dengan p komponen mempunyai vektor rataan μ dan matrik ragam-peragam Σ , secara linier bergantung atas sejumlah peubah acak yang tidak teramati F_1, F_2, \dots, F_q (*common faktor*) dan $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$ (*specific faktor*), dimana $q < p$. Model faktor tersebut dapat digambarkan sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \mu_1 + \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \dots + \ell_{1q}F_q + \varepsilon_1 \\
 X_2 &= \mu_2 + \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \dots + \ell_{2q}F_q + \varepsilon_2 \\
 &\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\
 &\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\
 X_p &= \mu_p + \ell_{p1}F_1 + \ell_{p2}F_2 + \dots + \ell_{pq}F_q + \varepsilon_p
 \end{aligned}$$

atau :

$$X = \mu + L F + \varepsilon \quad \dots \dots \dots \quad (2.17)$$

dimana :

μ_i = rata-rata dari peubah ke-i

ε_i = specific faktor ke-i

F_i = common faktor ke-j

ℓ_{ij} = loading dari peubah ke-i faktor ke-j

i = 1, 2, ..., p

j = 1, 2, ..., q

Dari model (2.17) diasumsikan :

$$E(F) = 0$$

$$\text{Cov}(F) = E(FF') = I$$

$$E(\varepsilon) = 0$$

$$\text{Cov}(\varepsilon) = E(\varepsilon\varepsilon') = \Psi$$

= D(Ψ) = specific varians

$$\Psi = \begin{vmatrix} \Psi_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \Psi_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \Psi_q \end{vmatrix}$$

F dan ε saling bebas sehingga :

$$\text{Cov}(\varepsilon, F) = E(\varepsilon F') = 0$$

Dari asumsi diatas maka untuk model (2.17) diperolah ;

$$\begin{aligned}\text{Var}(X) &= \sum = E(X - \mu)(X - \mu)' \\ &= E(LF + \varepsilon)(LF + \varepsilon)' \quad \dots \dots \dots (2.18) \\ &= LE(FF')L' + E(\varepsilon F')L' + LE(F\varepsilon') + E(\varepsilon\varepsilon') \\ &= LL' + \Psi\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cov}(X, F) &= E(X - \mu)F' = LE(FF') + E(\varepsilon F') \\ &= L \quad \dots \dots \dots (2.19)\end{aligned}$$

ini berarti pula bahwa ;

$$\text{Var}(X_1) = \ell_{11}^2 + \ell_{12}^2 + \dots + \ell_{1q}^2 + \psi_1 \quad \dots \dots (2.20)$$

atau;

$$\text{Var}(X_1) = \sigma_{11} = h_1^2 + \psi_1 \quad \dots \dots (2.21)$$

di mana

$$h_1^2 = \ell_{11}^2 + \ell_{12}^2 + \dots + \ell_{1m}^2 \quad \dots \dots (2.22)$$

Dari persamaan (2.21) tampak bahwa ragam dari peubah respons X_1 diterangkan oleh dua komponen yaitu komponen h_1^2 dan komponen ψ_1 . Komponen h_1^2 disebut sebagai komunalitas (*communality*) yang menunjukkan proporsi ragam dari peubah respons X_1 yang diterangkan oleh m bersama (secara bersama), sedangkan komponen ψ_1 merupakan ragam dari respons X_1 yang disebabkan oleh faktor spesifik atau galat (error) dan disebut sebagai ragam spesifik (*specific variance*).

Tampak dari persamaan (2.22) bahwa komunalitas h_i^2 merupakan jumlah kuadrat bobot (*loadings*) dari peubah respons X_i pada m faktor bersama.

Peragam untuk peubah respons X_i dan X_k , $i \neq k$ ($i, k=1, 2, \dots, p$) ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Cov}(X_i, X_k) = \ell_{i1} \ell_{k1} + \dots + \ell_{im} \ell_{km} \quad \dots (2.23)$$

$$= \sum_{j=1}^m \ell_{ij} \ell_{kj}$$

Untuk melihat besarnya peragam (covarian) antara peubah respons X_i dengan faktor ke-j (F_j), dapat ditentukan dengan menggunakan rumus seperti tertulis dibawah ini;

$$\text{Cov}(X_i, F_j) = \ell_{ij} ; \quad i = 1, 2, \dots, p \quad \dots \dots \dots (2.24)$$
$$j = 1, 2, \dots, m$$

Pada dasarnya terdapat dua metode pendugaan parameter dalam model analisis faktor yaitu metode komponen utama (*principle component method*) dan metode kemungkinan maksimum (*maximum likelihood method*), dalam penelitian ini analisis faktor diduga berdasarkan metode komponen utama.

Sesuai dengan konsep analisis komponen utama, maka model analisis faktor dapat diturunkan dari matriks peragam Σ yang diduga berdasarkan matriks peragam S

apabila semua peubah X_i yang diamati mempunyai satuan pengukuran yang sama, atau dapat diturunkan dari matriks korelasi ρ yang diduga berdasarkan matriks korelasi sampel R apabila peubah-veriabel X_i tidak diukur dalam satuan yang sama.

Berdasarkan penyelesaian komponen utama, dapat ditentukan banyaknya faktor yang perlu dilibatkan dalam analisis lanjutan, misal hanya dipilih m buah faktor dari p buah faktor yang mungkin dihasilkan ($m < p$). Penentuan banyaknya faktor dalam analisis lanjutan tergantung pada struktur data, serupa dengan penentuan banyaknya komponen utama yang perlu dilibatkan dalam analisis lanjutan berdasarkan model analisis komponen utama.

Apabila analisis faktor didasarkan pada matriks peragam S , maka besarnya keragaman yang dapat diterangkan oleh faktor ke- j ($j = 1, 2, \dots, m$) ditentukan berdasarkan persamaan (2.23), sedangkan apabila didasarkan pada matriks korelasi R , maka ditentukan menggunakan persamaan (2.24).

$$\text{Peranan } F_j = \frac{\ell_{1j}^2 + \ell_{2j}^2 + \dots + \ell_{pj}^2}{s_{11} + s_{22} + \dots + s_{pp}} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^p \ell_{ij}^2}{\text{tr}(S)} \times 100\%$$

di mana $\text{tr}(S) = \text{teras dari matriks peragam } S$

$$\text{Peranan } F_j = \frac{\sum_{i=1}^p \ell_{ij}^2}{\text{tr}(R)} \times 100\% \\ = \frac{\sum_{i=1}^p \ell_{ij}^2}{P} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (2.25)$$

di mana $\text{tr}(R) = \text{teras dari matriks korelasi R}$

$P = \text{banyaknya peubah } X_i \text{ yang diamati}$

$$\text{tr}(R) = p$$

Besarnya keragaman dari peubah X_i , $\text{Var}(X_i)$ yang diterangkan oleh faktor ke- j ($j=1, 2, \dots, m$) ditentukan berdasarkan persamaan (2.26)

$\text{Var}(X_i)$ yang diterangkan

$$F_j = \frac{\ell_{jj}^2}{\sum_{i=1}^p \ell_{ij}^2} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (2.26)$$

Dalam situasi tertentu apabila m buah faktor bersama yang melibatkan dalam analisis cukup banyak, katakanlah $m > 2$, maka kadang-kadang terdapat kesulitan dalam menginterpretasikan faktor-faktor tersebut, karena adanya tumpang tindih peubah-peubah X_i yang diterangkan oleh m buah faktor bersama itu. Untuk mengatasi hal ini, maka dilakukan rotasi yang dikenal sebagai rotasi faktor (factor Rotation). Rotasi faktor tidak lain adalah merupakan transformasi ortogonal dari faktor-

faktor. Jika L adalah matriks dugaan untuk bobot faktor (*factor loadings*), maka rotasi faktor akan menghasilkan matriks bobot "rotasi" faktor L^* , sebagai berikut :

$$L^* = LT \quad \dots \dots \dots \quad (2.27)$$

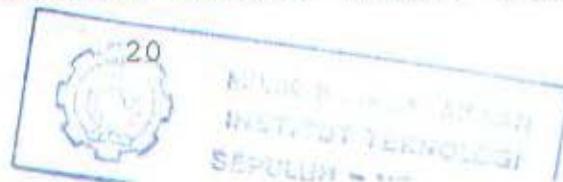
di mana $TT' = T'T = I$

Matriks T dalam persamaan (2.27) disebut sebagai matriks transformasi, dimana matriks T yang melakukan transformasi ortogonal dari faktor-faktor. Matriks T bersifat ortogonal sehingga dapat disebut juga sebagai matriks transformasi ortogonal.

Salah satu bentuk transformasi yang dapat dipergunakan adalah berdasarkan kriteria rotasi varimax yang diperkenalkan oleh Kaiser (1958). Kriteria varimax sering disebut juga sebagai kriteria varimax normal. Prosedur varimax adalah memilih matriks transformasi ortogonal T yang memaksimumkan Varians (V), dimana V didefinisikan sebagai [1]:

$$V = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^m \left[\sum_{i=1}^p \ell_{ij}^{*2} - \frac{\left(\sum_{i=1}^p \ell_{ij}^{*2} \right)^2}{p} \right] \quad \dots \dots \quad (2.28)$$

Untuk tujuan analisis lanjutan, misalnya analisis kelompok, maka dihitung skor faktor (SF). Jika analisis faktor diturunkan dari matriks peragam S, maka skor faktor dihitung berdasarkan formula (2.29), sedangkan



apabila diturunkan dari matriks korelasi R, maka skor faktor dihitung menggunakan formula (2.30)

$$F = L' S^{-1} (X_j - \bar{X}) \quad \dots \dots \dots \quad (2.29)$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

dimana :

F = matriks skor faktor (diturunkan dari S)

L = matriks bobot faktor (diturunkan dari S)

S^{-1} = invers dari matriks peragam S

X_j = Vektor pengamatan individu ke-j

\bar{X} = vektor nilai rata-rata dari peubah X

n = ukuran sampel

$$F = L' z R^{-1} Z_j ; j=1, 2, \dots, n \quad \dots \dots \quad (2.30)$$

dimana :

F = matriks skor faktor (diturunkan dari R)

L_z = matriks bobot faktor (diturunkan dari R)

R^{-1} = invers dari matriks korelasi R

Z_j = vektor skor baku pengamatan individu ke-j

n = ukuran sampel

2.2. Pengendalian Proses Statistik

2.2.1. Peta Kendali Multivariat

Banyak keadaan yang memerlukan pengendalian bersama-sama dua atau lebih karakteristik kualitas yang

berhubungan. Pengendalian kualitas dengan beberapa variabel yang berhubungan dinamakan pengendalian kualitas multivariat. Mengendalikan dua atau lebih karakteristik kualitas secara independen dapat sangat menyesatkan. Dengan menggunakan pengendalian secara independen, proses dapat dianggap terkendali jika mean sampel $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_p$ jatuh di dalam batas pengendali. Pada umumnya, jika ada p karakteristik kualitas yang statistik independen bagi suatu produk dan jika bagi masing-masing karakteristik kualitas yang statistik independen bagi suatu produk dan jika bagi masing-masing karakteristik dibuat grafik \bar{x} dan $P[\text{kesalahan tipe II}] = \alpha$, maka probabilitas kesalahan tipe I yang benar bagi prosedur pengendalian bersama adalah :

$$\alpha' = 1 - (1 - \alpha)^p \quad \dots \dots (2.31)$$

dan probabilitas bahwa semua p mean akan bersama-sama jatuh di dalam batas pengendali masing-masing apabila proses terkendali adalah

$$P[\text{semua } p \text{ mean jatuh terkendali}] = (1 - \alpha)^p \quad \dots \dots (2.32)$$

Jika p karakteristik kualitas tidak independen, maka persamaan (2.31) dan (2.32) tidak berlaku.

Misalkan ada dua karakteristik kualitas x_1 dan x_2 berdistribusi bersama menurut normal bivariat. Misalkan

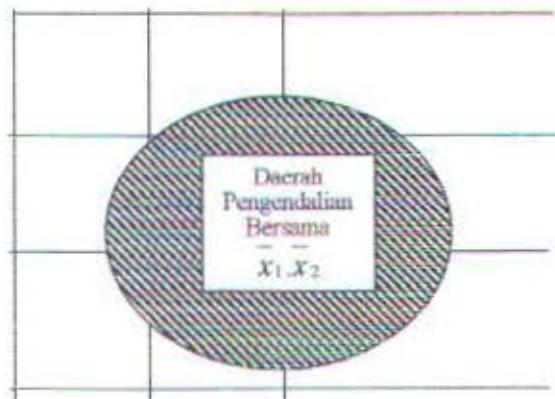
\bar{x}_1 dan \bar{x}_2 nilai mean nominal karakteristik kualitas tersebut, dan misalkan variansi x_1 dan x_2 masing-masing ditaksir dengan variansi sampel S_1^2 dan S_2^2 . Kovariansi antara x_1 dan x_2 adalah ukuran dependensi antara dua karakteristik kualitas tersebut dan ditulis sebagai S_{12} . Jika \bar{x}_1 dan \bar{x}_2 mean sampel kedua karakteristik kualitas yang dihitung dari himpunan bagian berukuran n , maka statistik

$$T^2 = \frac{n}{S_1^2 S_2^2 - S_{12}^2} \left[S_2^2 (\bar{x}_1 - \bar{\bar{x}}_1)^2 + S_1^2 (\bar{x}_2 - \bar{\bar{x}}_2)^2 - 2S_{12}^2 (\bar{x}_1 - \bar{\bar{x}}_1)(\bar{x}_2 - \bar{\bar{x}}_2) \right] \dots (2.33)$$

mengikuti distribusi Hotteling dengan derajat bebas 2 dan $(n-1)$. Jika $T^2 > T_{\alpha/2, n-1}^2$, maka paling sedikit satu dari karakteristik kualitas itu tak terkendali, dengan $T_{\alpha/2, n-1}^2$ adalah titik persentase α atas distribusi Hotteling T^2 dengan derajat bebas 2 dan $(n-1)$.

Prosedur pengendalian dapat dilakukan dengan grafik. Pandang keadaan dengan \bar{x}_1 dan \bar{x}_2 independen, yaitu $S_{12} = 0$, sehingga persamaan (2.33) mendefinisikan ellips berpusat (\bar{x}_1, \bar{x}_2) dengan sumbu utama sejajar dengan sumbu-sumbu \bar{x}_1, \bar{x}_2 , seperti ditunjukkan dalam gambar 2.1. Dengan mengambil T^2 dalam persamaan (2.33) sama dengan $T_{\alpha/2, n-1}^2$ berarti bahwa sepasang mean sampel

yang diamati (\bar{x}_1, \bar{x}_2) jatuh didalam ellips menunjukkan keadaan terkendali statistik, sedangkan sepasang mean sampel yang diamati jatuh diluar ellips menunjukkan proses tidak terkendali.



Gambar 2.1.Ellips pengendali dua variabel independen [3]

Oleh karena itu, jika dua karakteristik kualitas dependen, maka $S_{12} \neq 0$, dan ellips pengendalinya ditunjukkan pada gambar. Terlihat bahwa apabila dua variabel dependen, sumbu utama ellips tidak lagi sejajar dengan sumbu-sumbu \bar{x}_1, \bar{x}_2 .



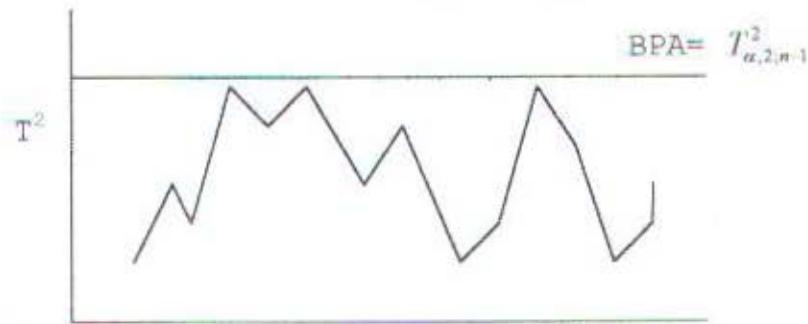
Gambar 2.2. Ellips pengendali dua variabel dependen [3]

Ada dua kekurangan yang berkaitan dengan ellips pengendali. Yang pertama, urutan waktu titik-titik yang digambarkan hilang. Akibatnya, uji giliran dan prosedur yang berkaitan lainnya tidak dapat diterapkan dengan mudah. Kekurangan yang kedua adalah sulit membuat ellips dengan lebih dari dua karakteristik kualitas. Untuk menghindari kesulitan ini, biasanya dengan menggambarkan nilai-nilai T^2 yang dihitung dari persamaan bagi tiap sampel pada grafik pengendali dengan batas pengendalian atas $T_{u,2,n-1}^2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar. Grafik pengendali ini dinamakan grafik pengendali Hotteling T^2 . Terlihat bahwa urutan waktu data itu terpelihara dengan grafik pengendali ini, sehingga giliran atau pola tak random lainnya dapat diselidiki.

Lagipula, grafik ini mempunyai keunggulan tambahan bahwa keadaan proses dikarakterisasi dengan satu bilangan (nilai statistik T^2). Hal ini berguna apabila dua atau lebih karakteristik kualitas yang diamati.

Dari pengendalian dua karakteristik kualitas bersama ini dapat diperluas sampai p karakteristik kualitas dependen yang dikendalikan bersama-sama dengan

menganggap bahwa probabilitas distribusi bersama p karakteristik kualitas ini berdistribusi normal p variat.



Gambar 2.3. Peta kendali Hotteling T^2 untuk $p=2$ karakteristik kualitas [3]

Untuk membuktikan kebenaran asumsi ini, maka pengujian dilakukan dengan hipotesis statistik sebagai berikut :

H_0 : data berdistribusi normal multivariate

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariate

Dengan keputusan terima H_0 , bila :

$$d_j^2 = (x_j - \bar{x})^T S^{-1} (x_j - \bar{x}) \leq \chi_p^2(0,5) \quad \dots (2.34)$$

ada sebanyak lebih dari atau sama dengan 50%. Sedangkan pemeriksaan distribusi normal multivariate dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Menentukan $d_j^2 = (x_j - \bar{x})^T S^{-1} (x_j - \bar{x})$, $j = 1, 2, \dots, n$

2. Mengurutkan $d_{(1)}^2 \leq d_{(2)}^2 \leq \dots \leq d_{(n)}^2$

3. Plot $(d_{(j)}^2, \chi_{\frac{p-j-1}{n}}^2)$. Plot ini merupakan garis lurus

bila data berdistribusi normal multivariat.

Prosedur pengendalian p karakteristik kualitas ini memerlukan perhitungan mean sampel yang berukuran n tiap p karakteristik kualitas yang disajikan dalam vektor \bar{x} .

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \vdots \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_n \end{bmatrix} \quad \dots \dots \dots \quad (2.35)$$

Statistik penguji yang digambarkan pada peta pengendali bagi masing-masing sampel adalah :

$$T^2 = n((\bar{x} - \bar{\bar{x}})^T S^{-1} (\bar{x} - \bar{\bar{x}})) \quad \dots \dots \dots \quad (2.36)$$

Dengan $\bar{\bar{x}} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_p]$ adalah vektor nilai nominal bagi tiap karakteristik kualitas dan S adalah matrik kovariansi p karakteristik kualitas x_1, x_2, \dots, x_p . Grafik pengendali mempunyai batas pengendali atas $T_{a,p,n-1}^2$. Nilai T^2 diperoleh dari distribusi F melalui hubungan

$$T_{a,p,n-1}^2 = \frac{p(n-1)}{n-p} F_{a,p,n-1} \quad \dots \dots \dots \quad (2.37)$$

2.2.2. Analisis Kemampuan Proses

Teknik statistika dapat berguna sepanjang putaran produk, termasuk aktivitas pengembangan sebelum produksi, untuk kuantifikasi variabilitas proses, analisis

variabilitas relatif terhadap persyaratan atau spesifikasi produk dan untuk membantu pengembangan produksi dalam menghilangkan atau mengurangi variabilitas proses. Aktivitas umum ini dinamakan analisis kemampuan proses. Sudah menjadi kebiasaan mengambil penyebaran 6σ dalam distribusi karakteristik kualitas sebagai ukuran kemampuan proses. Proses yang karakteristik kualitasnya berdistribusi normal dengan mean μ dan deviasi standar σ mempunyai batas alami toleransi atas dan bawah proses tersebut masing-masing jatuh pada $\mu+3\sigma$ dan $\mu-3\sigma$.

Analisis kemampuan proses adalah suatu studi keteknikan untuk menaksir kemampuan proses. Studi kemampuan proses adalah benar jika dapat diamati secara langsung dan dapat dikendalikan serta dapat memantau aktivitas pengumpulan data, sebab dengan pengendalian pengumpulan data dan mengetahui urutan data tersebut maka dapat dilakukan inferensi mengenai stabilitas proses terhadap waktu sehingga diperoleh taksiran kemampuan proses terhadap outputnya.[3]

Suatu proses dikatakan tidak kapabel jika proses tidak terkendali, proses terpusat terlalu dekat dengan batas spesifikasi dan variasi proses terlalu besar.

Jika suatu proses dalam keadaan terkendali secara statistik belum tentu proses kapabel. Suatu proses dikatakan kapabel bila memenuhi batas-batas spesifikasi serta tingkat presisi dan akurasinya tinggi, atau bisa dikatakan variasinya sekecil mungkin dan target yang diinginkan tercapai. Presisi adalah ukuran kedekatan satu pengamatan dengan pengamatan lain yang ditunjukkan oleh variabilitas (σ) dan akurasi adalah ukuran kedekatan hasil pengamatan dengan nilai target.

Untuk mempertahankan proses yang kapabel adalah dengan melakukan tindakan koreksi atas tanda-tanda out of control pada peta kontrol dan menghilangkan penyebab khususnya. Cara untuk menaksir stabilitas proses hanyalah dengan peta kendali. Hal ini berguna untuk mengetahui lokasi dari variabilitas.

Untuk mengukur kemampuan dari suatu proses yang stabil dalam menghasilkan bagian-bagian dalam batas spesifikasi terdapat beberapa petunjuk, antara lain:

1. Cp : indeks kemampuan proses
2. Cpu : indeks performa atas
3. Cpl : indeks performa bawah
4. k : indeks pemusatan proses
5. Cpk : indeks performansi proses

1. Indeks Kemampuan Proses

Indeks kemampuan proses (C_p) sering juga disebut indeks potensial proses yang nilainya tergantung pada variabilitas proses aktual. Nilai C_p merupakan rasio antara penyebaran proses yang diijinkan dengan penyebaran proses yang aktual (tingkat presisi proses). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma}$$
$$C_{pu} = \frac{BSA - \bar{x}}{3\sigma} \quad C_{pl} = \frac{\bar{x} - BSB}{3\sigma} \quad \dots (2.40)$$

dimana BSA = batas spesifikasi atas

BSB = batas spesifikasi bawah

σ = standar deviasi proses aktual

Interpretasi dari indeks C_p adalah [5]

1. $C_p < 1$; proses tidak kapabel karena variabilitasnya besar dan harus dilakukan tindakan perbaikan
2. $1 \leq C_p \leq 1.33$; proses kapabel tetapi harus hati-hati karena proses dapat menjadi tidak kapabel
3. $C_p \geq 1.33$; proses kapabel dan tingkat presisinya cukup tinggi karena variabilitas proses kecil.

2. Indeks Performansi Proses

Jika indeks C_p digunakan untuk menyatakan tingkat presisi, maka indeks performansi proses (C_{pk}) digunakan

untuk menyatakan tingkat akurasi dan presisi sekaligus, karena nilai Cpk dipengaruhi oleh ukuran lokasi dan variabilitas proses, dari persamaan berikut :[6]

$$Cpk = \min (C_{pu}, C_{pl}) \quad \dots \dots \dots (2.41)$$

2.3. Analisa Time Series.

2.3.1. Konsep Dasar Peramalan

Deret berkala (*time series*) adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat menurut urutan-urutan terjadinya kemudian disusun sebagai data. Nilai pengamatannya mempunyai pola yang saling bergantung yang artinya nilai pengamatan suatu waktu tergantung dari pengamatan sebelumnya. Deret waktu tersebut dapat dipandang sebagai realisasi dari suatu proses stokastik artinya setiap nilai dari suatu variabel random yang mempunyai fungsi distribusi tertentu.

Secara umum deret waktu pada saat t_1, t_2, \dots, t_n dapat digambarkan sebagai variabel acak z_1, z_2, \dots, z_n dengan fungsi distribusi gabungan $P(z_1, z_2, \dots, z_n)$.

2.3.2. KESTASIONERAN DERET WAKTU

Deret waktu dikatakan stasioner jika bentuk fungsi distribusi gabungan $Z_t, Z_{t+1}, \dots, Z_{t+m}$ pada waktu ke-

$t, t+1, \dots, t+m$ sama dengan bentuk fungsi distribusi gabungan dari pengamatan. $Z_{t+k}, Z_{t+k+1}, \dots, Z_{t+k+m}$.

Dengan kata lain :

$$P(Z_t, Z_{t+1}, \dots, Z_{t+m}) = P(Z_{t+k}, Z_{t+k+1}, \dots, Z_{t+k+m}) \dots \quad (2.42)$$

untuk sembarang nilai t, k , dan m . Deret waktu yang memenuhi syarat ini dikatakan bersifat *stasioner* (*strictly stasioner*). [8]

Jika suatu deret waktu bersifat stasioner dalam mean dan varians, maka mean dan variansnya tidak dipengaruhi oleh waktu pengamatan, sehingga :

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu \quad \dots \dots \quad (2.43)$$

$$E(Z_t - \mu)^2 = E(Z_{t+k} - \mu)^2 = \delta^2 \quad \dots \dots \quad (2.44)$$

$$E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)] = E[(Z_{t+m} - \mu)(Z_{t+k+m} - \mu)] = \Gamma_k. \quad (2.45)$$

untuk sembarang nilai t, k , dan m . Selanjutnya Γ_k disebut autokovarians sebagai fungsi dari k .

Jika time series mempunyai variabel random dengan distribusi normal dapat dikatakan stasioner (*strictly stasioner*) jika mempunyai mean, varians dan autokovarians yang sama untuk sembarang waktu pengamatan. [8]

2.3.3. STASIONERITAS DAN NON STASIONERITAS

Apabila terjadi non stasioneritas, harus distasionerkan dengan pembedaan (*different*) atau transformasi dengan cara coba-coba (*trial and error*).

Proses pembedaan jika datanya tidak stasioner dalam mean, sedangkan proses transformasi dilakukan jika datanya tidak stasioner dalam varians.

Deret waktu yang bersifat stasioner bentuk autokorelasinya menurun menuju nol secara linier sejalan dengan bertambahnya lag (pola sinus teredam). Dengan menghitung autokorelasi dapat dilakukan pengukuran derajat ketergantungan dari unsur-unsur deret waktu dengan selisih waktu (lag) k . [8]

Tabel 2.1 Fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial

Model	Fungsi autokorelasi	Fungsi autokorelasi parsial
AR(p)	Mengecil menuju nol	Terpotong sesudah lag p
MA(q)	Terpotong sesudah lag q	Mengecil menuju nol
ARMA (p,q)	Mengecil menuju nol sesudah lag $(q-p)$, jika $q > p$	Mengecil menuju nol sesudah lag $(p-q)$, jika $p > q$

2.3.4. Model-Model Untuk Data Time Series

1. Model Autoregresi (Ar(P))

Model autoregresi (AR) dengan orde p yang biasa ditulis AR(p) atau ARIMA ($p, 0, 0$) menyatakan bahwa nilai

pengamatan pada waktu ke t merupakan hasil regresi dari nilai-nilai Z pada pengamatan sebelumnya. Bentuk persamaan dari model AR(p) adalah :

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t \quad \dots (2.46)$$

$$\text{maka } Z_t = \phi_1^{-1}(B) a_t$$

Syarat kestasioneran dari persamaan AR(p) adalah :

$$\phi(B) = 0$$

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) = 0$$

Dari persamaan tersebut akar-akar persamaan harus lebih besar dari 1 supaya $\phi(B)$ konvergen maka $|\phi| < 1$ atau $-1 < \phi < 1$.

Contoh :

- Untuk $p = 1$ atau AR (1)

Maka akar-akar dari persamaan $(1 - \phi_1 B) = 0$

akan memenuhi syarat stasioner apabila $|B| > 1$. Supaya

$\phi(B)$ konvergen maka syarat dari koefisien AR harus memenuhi : [8]

$$|\phi| < 1 \text{ dan } -1 < \phi_1 < 1$$

Fungsi Autokorelasi Pada Model AR(p)

Bila persamaan diatas dikalikan dengan Z_{t+k} , maka: [8]

$$Z_t Z_{t-k} = \phi_1 Z_{t-1} Z_{t-k} + \phi_2 Z_{t-2} Z_{t-k} + \dots + \phi_p Z_{t-p} Z_{t-k} + a_t Z_{t-k}$$

Sehingga ekspektasinya adalah :[8]

$$E(Z_t Z_{t-k}) = \phi_1 E(Z_{t-1} Z_{t-k}) + \phi_2 E(Z_{t-2} Z_{t-k}) + \dots + \phi_p E(Z_{t-p} Z_{t-k}) + E(a_t Z_{t-k}) \quad \dots \dots \dots (2.47)$$

Bila persamaan (2.47) dibagi dengan (varians) maka diperoleh :[8]

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} + \phi_2 \rho_{k-2} + \dots + \phi_p \rho_{k-p} \quad \dots (2.48)$$

Bentuk persamaan (2.43) disebut juga persamaan Yule Walker. Dengan memakai $k = 1, 2, 3, \dots, p$ akan didapatkan sekumpulan persamaan linier dengan parameter :[8]

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \phi_1 + \phi_2 \rho_1 + \dots + \phi_p \rho_{p-1} \\ \rho_2 &= \phi_1 \rho_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p \rho_{p-2} \\ &\quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ &\quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ \rho_p &= \phi_1 \rho_{p-1} + \phi_2 \rho_{p-2} + \dots + \phi_p \end{aligned} \quad \dots (2.49)$$

2. Model Moving Average (Ma(Q))

Model autoregresi dalam keadaan tertentu tidak dapat menjelaskan hubungan dari data time series dan apabila proses pembentukan datanya adalah MA bukannya AR, maka autokorelasi parsial tidak akan menunjukkan orde proses MA tersebut, karena nilai tersebut dibentuk untuk mencocokkan proses AR. Apabila autokorelasi parsial tidak menunjukkan penurunan nilai secara random

sesudah p time lag, melainkan menurun sampai nol secara eksponensial hal ini dapat diasumsikan bahwa generating proses yang sebenarnya adalah proses yang sebenarnya adalah proses moving average (MA).

Model MA diperoleh jika q pertama dari bobot ϕ_1 bernilai tidak nol dan selebihnya bernilai nol.

Jadi model MA(q) adalah :

$$z_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots (2.50)$$

$$z_t = \theta(B) a_t \dots (2.51)$$

dengan $\theta(B)$ sebagai operator moving average dan a_t adalah white noise a_t dan $\theta^{-1}(B)$ harus konvergen. Jadi $a_t = \theta^{-1}(B) z_t$ akan konvergen bila persamaan $\theta(B) = 0$ dimana akar persamaan karakteristiknya terletak di luar lingkaran satuan atau $|B| > 1$.

Contoh :

- Untuk model MA(1)

$$z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

$$z_t = (1 - \theta_1 B) a_t$$

$$a_t = (1 - \theta_1 B)^{-1} z_t$$

Model MA(1) akan memenuhi syarat invertibel bila persamaan $(1 - \theta_1 B) = 0$, dimana akar-akar persamaannya lebih besar dari satu. Supaya $\phi(B)$

konvergen maka syarat dari koefisien MA harus memenuhi:[8]

$$\theta_1 < 1 \text{ dan } -1 < \theta_1 < 1$$

Fungsi Autokorelasi Pada Proses MA(q)

Dari persamaan (2.50) dapat diperoleh fungsi autokovarians, yaitu:[8]

$$\begin{aligned} &= E(Z_t Z_{t+k}) \\ &= E(a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}) \\ &= (a_{t+k} - \theta_1 a_{t+k-1} - \theta_2 a_{t+k-2} - \dots - \theta_q a_{t+k-q}) \end{aligned}$$

karena $E(a_i a_j) = 0$ untuk $i \neq j$

$$\Gamma_0 = E(Z_t Z_t) = (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_a^2$$

maka:[8]

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{-\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \dots + \theta_q \theta_{k+q}}{(1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2)} & \dots (2.52) \\ 0 \end{cases}$$

ρ_k untuk $k > q$ artinya fungsi autokorelasi dari proses ini terpotong pada lag q .

3. Model Campuran Autoregresi dan Moving Average (ARMA)

Model campuran autoregresi dan moving average atau disebut juga ARMA(p,q) atau ARIMA(p,0,q) merupakan

gabungan dari model AR(p) dan model MA(q) dengan bentuk persamaannya sebagai berikut:[8]

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + \dots + \phi_p z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad \dots (2.53)$$

Fungsi Autokorelasi Dari Proses ARMA(p,q)

Dari persamaan (2.53) dapat diperoleh fungsi autokorelasinya, yaitu:[8]

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} + \phi_2 \rho_{k-2} + \dots + \phi_p \rho_{k-p} \quad \dots (2.54)$$

dimana $k \geq q+1$

2.3.5. Perumusan Model

Perumusan model dapat dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Identifikasi Model

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah bahwa kebanyakan deret berkala bersifat non-stasioner dan bahwa aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan deret berkala yang stasioner[9]. Untuk itu sebagai langkah awal perumusan model adalah mengidentifikasi model dengan menentukan secara kasar suatu model yang mewakili data dimana nanti akan digunakan untuk peramalan dengan tujuan utamanya adalah

menentukan order p , d , q yang diperlukan dalam proses ARIMA[7].

Pada tahap identifikasi selalu menyangkut nilai dari fungsi autokorelasi (ACF) dan autokorelasi parsial (PACF). Dimana fungsi autokorelasi untuk lag ke k adalah ukuran korelasi antara Y_t dan Y_{t+k} untuk lag k , dengan varians diestimasi oleh seluruh pengamatan (n) dan kovarians diestimasi oleh $(n-k)$ pengamatan. sedangkan fungsi autokorelasi parsial adalah ukuran korelasi antara pengamatan time series unit ke- k setelah korelasi pengamatan lag k tersebut dikendalikan [7].

Dengan melihat pola dari fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial dari deret waktu stasioner yang dapat menunjukkan proses AR, MA dan ARMA dapat ditentukan model ARIMA (lihat tabel 2.1.).

2. Penaksiran Dan Pengujian Parameter

Setelah berhasil menetapkan identifikasi model sementara selanjutnya parameter-parameter AR dan MA, musiman dan tidak musiman harus ditetapkan dengan cara yang terbaik [9]. Sejalan dengan tujuan dari penaksiran parameter yaitu menentukan estimasi terbaik untuk

parameter yang ada pada gagasan model yang telah diidentifikasi.

Parameter yang mempunyai hubungan dengan nilai pada fungsi autokorelasi. Penaksiran awal untuk parameter model dapat diperoleh dari hubungan tersebut. Penduga dari autokorelasi adalah [8]:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}$$

Untuk sampel yang cukup besar, r_k mendekati distribusi normal dengan rata-rata nol dan standart errornya adalah [8]:

$$SE(r_k) = [1/n(1 + 2 \sum_{i=1}^{k-1} r_i^2)]^{1/2} \quad \dots (2.56)$$

Setelah r_k diketahui maka penduga autokorelasi parsialnya dapat diketahui dengan rumus :

$$\phi_{kk} = \frac{|E_k|}{|R_k|} \quad \dots (2.57)$$

Penduga autokorelasi parsial untuk sampel cukup besar akan mendekati distribusi normal dengan rata-rata nol dan standard errornya adalah [8]:

$$SE(\phi_{kk}) = \sqrt{1/n} \quad \dots (2.58)$$

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap parameter model dengan hipotesa sebagai berikut [7]:

$$H_0: \mu = 0$$

$$H_1: \mu \neq 0$$

Pengujian hipotesa ini dilakukan dengan menggunakan :

$$T_{\text{hitung}} = \frac{\text{Estimasi parameter}}{\text{std. err. parameter}}$$

Maka keputusannya :

$|t_{\text{hitung}}| > t_{\alpha/2, n-2}$, H_0 ditolak, berarti parameter signifikan.

3. Pemeriksaan Diagnostik

Setelah berhasil menaksir nilai-nilai parameter dari model ARIMA yang ditetapkan sementara, selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan diagnostik terhadap nilai residualnya untuk membuktikan bahwa model tersebut cukup memadai.

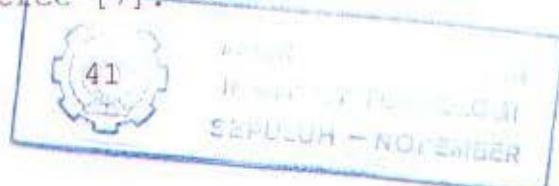
Suatu model dikatakan sesuai jika residual yang dihasilkan bersifat independen (tidak berkorelasi).

Uji hipotesanya adalah [7]:

$$H_0 : \rho_1(a) = \rho_2(a) = \dots = \rho_k(a) = 0$$

$$H_1 : \text{Salah satu } \rho_i(a) \text{ tidak sama dengan nol}$$

Pemeriksaan sifat residual tersebut dilakukan dengan uji statistik Q Box-Pierce [7].



$$Q^* = n \sum_{k=1}^m r_k^2 \quad \dots (2.59)$$

dimana : m = lag maximum

n = N - d (d=differencing)

N = jumlah pengamatan data asli

r_k = autokorelasi residual yang didefinisikan

sebagai berikut [8]:

$$r_k = \frac{\text{cov}(a_t, a_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(a_t)} \sqrt{\text{var}(a_{t+k})}} \quad \dots (2.60)$$

Karena data z_t diasumsikan stasioner maka begitu pula dengan a_t . Jadi nilai tengah dan varians a_t dan a_{t+k} diasumsikan bernilai sama sehingga persamaan (2.60) menjadi :

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} a_t a_{t+k}}{\sum_{t=1}^{n-k} a_t^2} ; k = 1, 2, \dots, m \quad \dots (2.61)$$

Karena Q^* mempunyai distribusi Chi-Square dengan derajat bebas $(m-p-q)$ maka H_0 ditolak jika $Q^* > \chi^2_{\alpha, m-p-q}$, berarti residual bersifat dependen.

Untuk menguji kenormalan dari suatu residual digunakan plot normal dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Diurutkan dari kecil sampai yang terbesar.

2. Diplot terhadap probabilitas P_t , dengan P_t adalah :

$$P_t = (100(t-0.5))/n$$

dimana n banyaknya residual a_t dalam model.

3. Apabila plot residual menunjukkan kecenderungan membentuk garis lurus diagonal maka diasumsikan a_t berdistribusi normal dipenuhi.

2.4. Analisa Sistem Persediaan

Persoalan persediaan akan timbul bilamana diperlukan tanggung jawab atas tersediananya suatu barang dalam waktu dan jumlah tertentu, mulai dari persediaan bahan baku, bahan penunjang sampai bahan jadi. Pengendalian persediaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengawasi bahan baku, barang dalam proses dan barang jadi pada tingkat dan komposisi yang dikehendaki serta pada biaya serendah mungkin.

Jika ada ketergantungan antara satu barang dan barang lain, penyelesaian pengendalian persediaannya dengan sistem MRP (Material Requirement Planning) atau Material requirement planning (RKB).

2.4.1. Material Requirement Planning (MRP)

Material requirement planning (MRP) adalah merupakan bagian dari proses manajemen persediaan guna

mendapatkan suatu *flow material* yang efektif dan *effisien*, kebutuhan material dalam perusahaan sangatlah bermacam-macam jenisnya, dimana ada ketergantungan antara komponen satu dengan yang lain yang dipengaruhi kebutuhan dari struktur produk. Tujuan dari sistem *material requirement planning* ialah menghasilkan informasi persediaan yang mampu digunakan untuk mendukung dalam melakukan tindakan secara tepat. Ada empat tindakan yang menjadi ciri utama, yaitu: [10]

1. Mampu menentukan kebutuhan pada saat yang tepat. Menentukan secara tepat kapan suatu pekerjaan selesai (material harus tersedia) untuk memenuhi permintaan produk akhir yang sudah direncanakan dalam jadwal induk produksi.
2. Menentukan kebutuhan minimal setiap komponen. Dengan diketahuinya kebutuhan produk akhir, maka dapat menentukan secara tepat sistem penjadwalan (prioritas) untuk memenuhi semua kebutuhan minimal setiap komponen/item.
3. Menentukan pelaksanaan rencana pemesanan. Memberikan indikasi kapan pemesanan atau pembatalan atas pemesanan harus dilakukan.
4. Menentukan penjadwalan ulang atau pembatalan atas suatu jadwal yang sudah direncanakan. Apa-

bila kapasitas yang ada tidak dapat dipenuhi maka perlu dibuat suatu rencana penjadwalan ulang (jika mungkin) dengan menentukan prioritas pesanan yang realistik. Jika penjadwalan ulang ini masih tidak mungkin untuk memenuhi pesanan maka pembatalan atas suatu pesanan harus dilakukan.

Adapun maksud dari sistem *material requirement planning* terutama dalam hal-hal sebagai berikut :

- Investasi persediaan dapat dibuat minimum.
- Sistem berpandangan jauh ke depan (mencakup beberapa periode kedepan) dan pendekatannya berdasarkan item per item.
- *Material requirement planning* lebih berorientasi pada pengontrolan persediaan yang akan memberikan indikasi bagaimana sebaiknya tindakan diambil.

2.4.2. Input Sistem *Material requirement planning*

Ada tiga input utama yang dibutuhkan oleh sistem *Material requirement planning*, yaitu :

1. Jadwal Induk Produksi.
2. Catatan keadaan persediaan.
3. Struktur Produksi.

Struktur Induk Produksi didasarkan pada peramalan atas barang independen dari setiap produk akhir yang akan dibuat, dan akan merupakan proses alokasi untuk membuat sejumlah produk yang akan diinginkan dengan memperhatikan kapasitas yang dipunyai.

Catatan keadaan persediaan menggambarkan status semua item yang ada dalam persediaan. Pencatatan ini harus dalam situasi yang terbaru, yaitu dengan selalu melakukan pencatatan tentang transaksi-transaksi yang terjadi, seperti penerimaan, pengeluaran, dan lain-lain. Serta berisi catatan tentang waktu tunggu pemesanan atau perakitan.

Struktur produksi berisi informasi tentang hubungan antar komponen dalam suatu perakitan. Informasi ini sangat penting dalam penentuan kebutuhan kotor dan kebutuhan bersih. Lebih jauh lagi, struktur produk memberikan informasi semua item seperti : nomer item, jumlah yang dibutuhkan pada setiap perakitan, jumlah produk akhir yang dibuat.

2.4.3. Prinsip-Prinsip Dasar Metode MRP

MRP mempunyai asumsi tertentu terhadap karakteristik produk serta proses yang digunakan dalam sistem manufakturnya.

Beberapa prinsip dasar dari metode MRP, yaitu :

1. Fase Waktu

Fase waktu adalah penambahan dimensi waktu dalam status data persediaan (persediaan ditangan dan yang akan diterima), dengan penambahan serta pendataan informasi pada tanggal yang spesifik dari periode perencanaan yang dikaitkan dengan jumlahnya.

Ada dua cara pendekatan, yaitu

a. pendekatan tanggal/jumlah, hanya memperlihatkan jumlah kebutuhan pada suatu periode waktu sebagaimana contoh pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Contoh Pendekatan Tanggal/Jumlah

Kebutuhan Bersih	Periode (hari)
40	120
50	136

b. pendekatan paket waktu, lebih memperlihatkan periode waktu yang dihubungkan dengan jumlah, sebagaimana contoh pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Contoh Pendekatan Paket Waktu

Periode (bulan)	1	2	3
Kebutuhan Bersih	30	60	10

2. Status Persediaan yang menunjukkan berapa jumlah yang harus dipesan atau disediakan untuk memenuhi

kebutuhan, contoh status persediaan bisa dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Contoh Status Persediaan

Periode (minggu)	1	2	3
Persediaan ditangan	30		
Penerimaan dari pesanan	0	0	25
Jumlah kebutuhan	20	0	35
Yang tersedia	10	10	0

Sedangkan asumsi dari metode MRP, adalah:

1. adanya data file yang terintegrasi
2. lead time untuk semua komponen diketahui
3. semua komponen untuk suatu perakitan dapat disediakan pada saat perakitan akan dilakukan
4. pengadaan dan pemakaian komponen bersifat diskrit
5. proses pembuatan satu komponen tidak tergantung terhadap proses pembuatan komponen lainnya

2.4.4. Langkah-Langkah Proses Metode MRP

1. Netting (perhitungan kebutuhan bersih), yang merupakan selisih antara kebutuhan kotor (jumlah dari produk akhir yang dikonsumsi) dan keadaan persediaan.

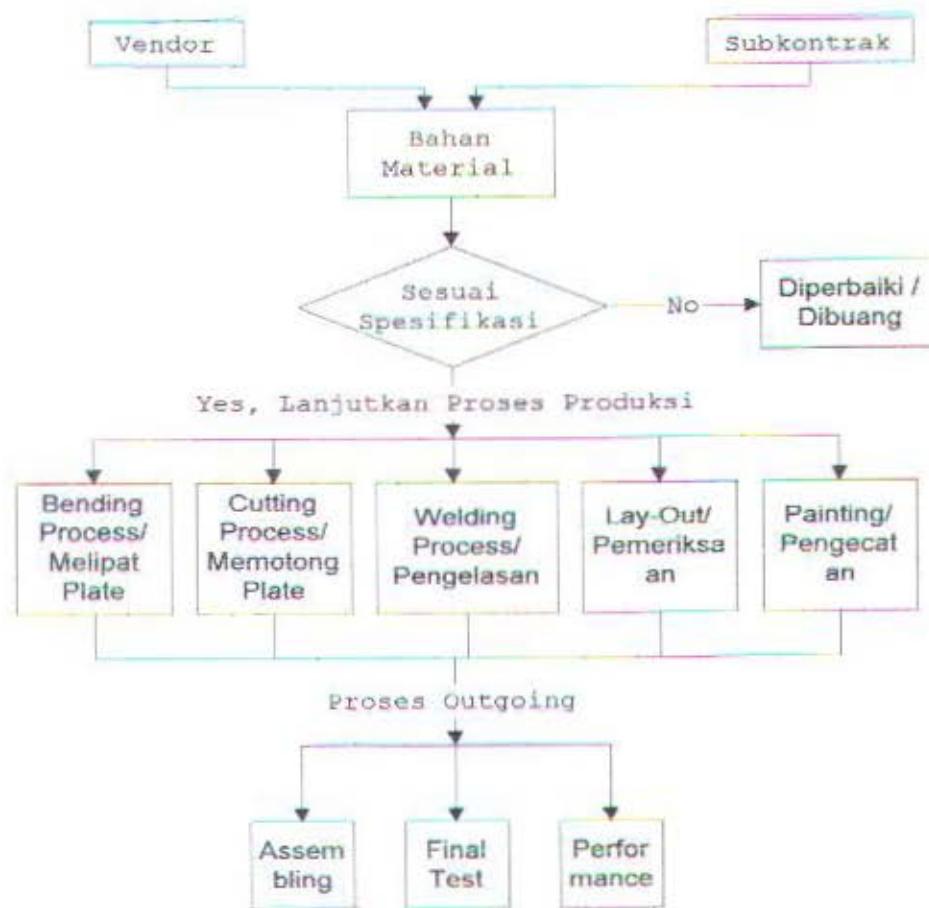
Tabel 2.5. Contoh Kebutuhan Kotor Setiap Periode

Periode	1	2	3	4	5	Tot
Kebutuhan kotor		20		25	10	55
Jadwal Penerimaan			25			25
Persediaan ditangan	25	25	5	30	5	-5
Kebutuhan bersih					5	5

2. *Lotting* (penentuan ukuran lot), dimana bisa tetap jumlahnya (*lot size*) atau berdasarkan jumlah kebutuhan (*lot for lot*). Untuk penentuan lot size bisa digunakan Teknik *Economic Order Quantity* (EOQ) atau standard perusahaan dimana bertujuan meminimalkan biaya pesan dan biaya simpan.
3. *Offsetting* (penetapan besarnya lead time) untuk menentukan saat yang tepat untuk melakukan rencana pemesanan dalam rangka memenuhi kebutuhan bersih, yang diperoleh dengan cara mengurangkan saat awal tersedianya ukuran lot yang diinginkan dengan besarnya lead time.
- Tabel 2.6. Contoh Pembuatan Offetting
- | Periode | 1 | 2 | 3 | Tot |
|-------------------|---|----|----|-----|
| Ukuran lot | 5 | 5 | 10 | 10 |
| Rencana pemesanan | 5 | 10 | | 10 |
4. *Explotion* (perhitungan untuk level berikutnya) yang berdasarkan rencana pemesanan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1. Proses Pembuatan Frame Forklift Type BX-C

Proses Pembuatan Frame Forklift adalah proses perakitan komponen-komponen, dimana komponen ini ada yang dipesan dari perusahaan lain maupun yang dibuat sendiri oleh PT. United Tractors.

Tahapan-tahapan yang harus dilalui dalam proses pembuatan forklift adalah:

1. Proses Awal

Dalam proses pembuatan forklift ini, langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan semua bahan baku

(bahan material) baik yang dipesan (sub kontrak) maupun yang dibuat sendiri (vendor) oleh PT. United Tractors. Setiap bahan baku yang datang sudah diseleksi (diperiksa) terlebih dahulu apakah telah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Bahan material yang digunakan dalam proses pembuatan frame forklift adalah:



Gambar 3.2. Kebutuhan Komponen Forklift

2. Proses Produksi

a. Bending Process (Melipat Plate)

Lempengan Plate dilipat membentuk bagian-bagian dari frame forklift, untuk kemudian dilanjutkan pada proses selanjutnya.

b. Memotong Plate

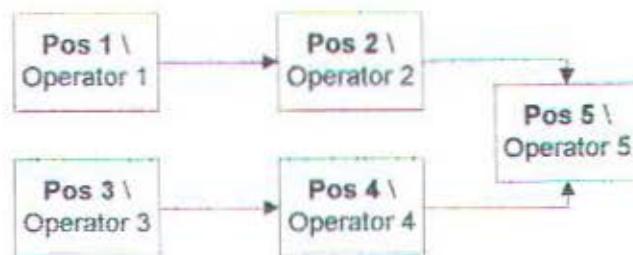
Setelah dibentuk dan dilipat maka dipotong seperti model (pattern) yang sudah ditetapkan. Setelah dipotong, maka plate-plate tersebut digabungkan.

c. Welding Process (Pengelasan)

Pada proses pengelasan ini ada 5 pos, dimana tiap pos memiliki mesin las beserta satu operatornya.

Proses pengelasan ini juga diperiksa, dengan tujuan untuk menjaga performance dan kekuatan dari sambungan yang sudah dilas.

Dimana posisi pos pengelasan, akan diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 3.3. Peta Proses Pengelasan

d. Lay Out (Pemeriksaan)

Pada saat akan dilakukan lay out atau pemeriksaan jarak maupun hasil pengelasan, maka harus dilakukan setting frame forklift agar ukuran yang dihasilkan rata dan tepat.

Cara Setting Frame adalah :

- Frame diletakkan di meja rata dengan cara dikat pada crame (katrol)
- Diukur ketinggian frame, untuk mengetahui keseimbangan frame
- Mengukur kesejajaran frame, untuk mengetahui kelurusinan frame

Setelah setting di atas sudah tepat, maka pengukuran pun dapat dilakukan.

e. Painting (Pengecatan)

Proses terakhir dari pembuatan frame forklift adalah proses finishing, yaitu dengan mengecat frame yang sudah diperiksa.

3. Proses Outgoing

a. Proses Assembling

Pada proses ini dilakukan pemasangan semua peralatan penyusun forklift yang lain.

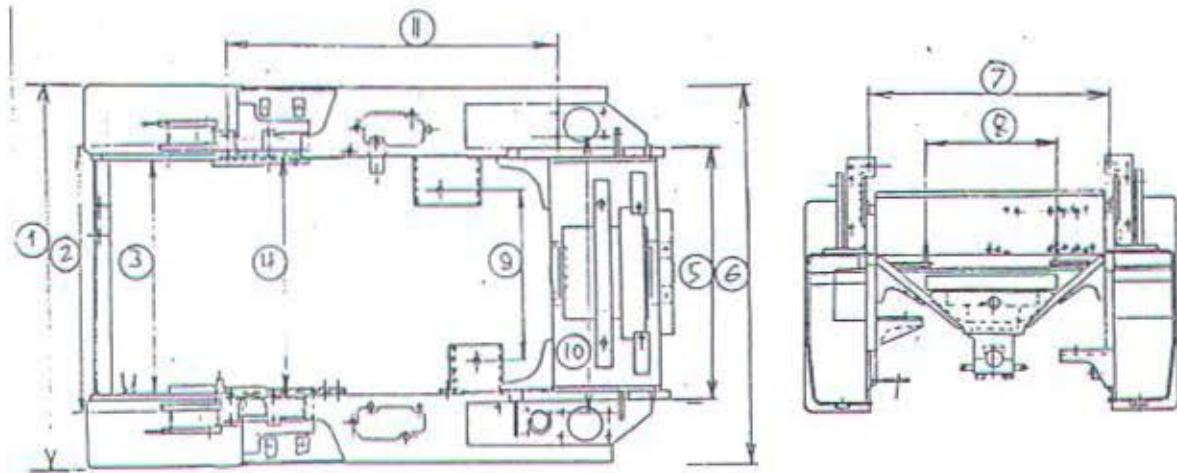
b. Final Test

Setelah terbentuk forklift, dilakukan pemeriksaan terhadap forklift secara keseluruhan, yaitu dengan melihat kelengkapan peralatannya.

c. Performance

Yang dimaksud performance disini adalah bentuk dan kemampuan atau kekuatan forklift mengangkat barang, sehingga harus diperiksa apakah sudah tepat. Semua ini untuk menghindari kekecewaan konsumen karena pesanan forklift yang diinginkan tidak sesuai.

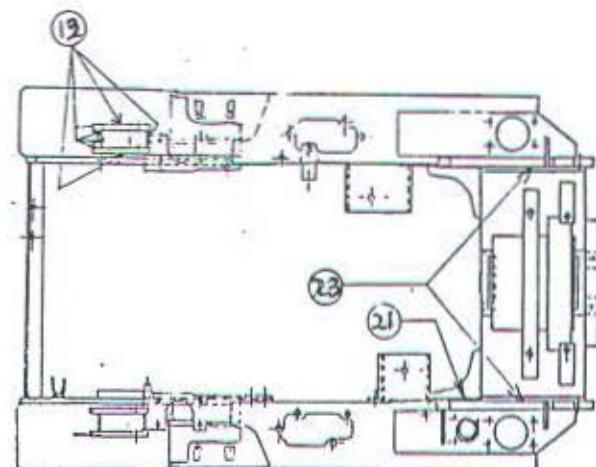
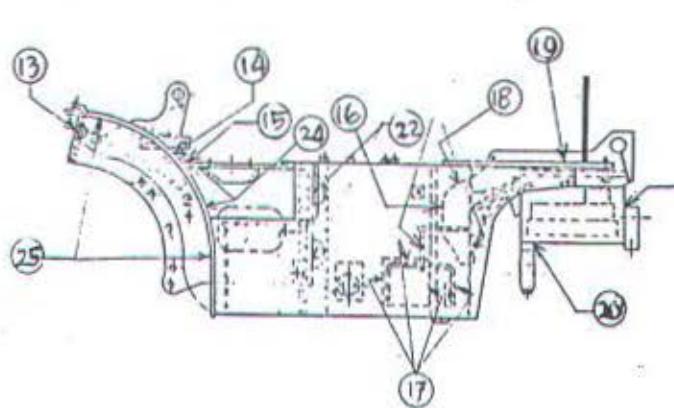
Pada penelitian ini, yang diamati adalah proses layout, dengan karakteristik yang diamati dari pengukuran jarak, yaitu seperti terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Variabel Jarak Yang Diukur

Ket :	Variabel yang diukur	Standar (mm)	Alat Ukur
1	Lebar Fender	1055	Multi-Scale
2	Lebar Bracket Tilt	735	Multi-Scale
3	Lebar Bracket Front Axle	648	Multi-Scale
4	Jarak Float 1	665	Multi-Scale
5	Lebar V Member	700	Multi-Scale
6	Lebar Frame	1045	Multi-Scale
7	Jarak Bracket Radiator	680	Multi-Scale
8	Jarak Bracket Mufler	370	Multi-Scale
9	Lebar Bracket Engine	480	Thickness Gauge
10	Jarak Float 2	765	Multi-Scale
11	Jarak Lubang Float	930	Multi-Scale

Sedangkan untuk hasil pengelasan diukur pada bagian-bagian sebagaimana terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Variabel Pengelasan Yang Diukur

Ket :	Variabel yang diukur	Standar (mm)	Alat Ukur
12	Pengelasan Bracket Tilt 1	12	Multi-Scale
13	Pengelasan Steering Bracket	8	Multi-Scale
14	Pengelasan Fender	12	Multi-Scale
15	Pengelasan Bracket Tilt 2	5	Multi-Scale
16	Pengelasan Plate 1	6	Multi-Scale
17	Pengelasan Bracket Engine	6	Multi-Scale
18	Pengelasan Plate 2	8	Multi-Scale
19	Pengelasan Float	6	Multi-Scale
20	Pengelasan Rear Suppot	10	Multi-Scale
21	Pengelasan plate 3	10	Multi-Scale
22	Pengelasan Side Plate	6	Multi-Scale
23	Pngelasam V Member	10	Multi-Scale
24	Pengelasan Fender bag atas	6	Multi-Scale
25	Pengelasan Fender bag bawah	8	Multi-Scale

3.2. Metode Analisis Data

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka langkah-langkah yang dilakukan setelah terkumpul data produksi dan permintaan frame forklift adalah :

- Untuk mengetahui hubungan antar karakteristik maka dilakukan analisis multivariat yaitu analisis faktor dengan dasar komponen utama untuk menyederhanakan dimensi karakteristik kualitas yang saling dependen dan dapat dijadikan landasan untuk membuat peta kendali multivariabel.
- Untuk melihat stabilitas dan sumber variasi secara bersama-sama maka ditampilkan peta kendali multivariabel. Apabila dari peta kendali multivariabel terdapat titik-titik yang *out of control*, maka dicari nilai standart

$Z = \frac{(x_i - \bar{x})}{s_d}$ dari tiap titik pada tiap variabel yang diperiksa dimana variabel sumber variasi adalah yang memiliki nilai standart terbesar.

- Melakukan analisis kemampuan proses
- Untuk menyusun penjadwalan, dilakukan penentuan model serta peramalan permintaan terlebih dahulu dengan analisis time series. Baru kemudian dilakukan analisa kebutuhan bahan dengan metode MRP.

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hubungan Antara Karakteristik Kualitas

Banyaknya karakteristik kualitas yang harus diamati pada proses produksi frame forklift menyebabkan penginterpretasiannya sulit, oleh karena itu dianalisa dengan menggunakan metode multivariate. Yaitu analisis faktor yang berdasarkan komponen utama, analisis ini berfungsi untuk menyederhanakan dimensi variabel yang diamati tanpa mengurangi informasi dan bertujuan untuk memberikan pendapat atau argumen yang nantinya akan mendukung atau bahkan melemahkan persepsi dari segi teknik manufaktur yang menyatakan bahwa karakteristik kualitas yang membentuk suatu benda adalah saling terkait (*dependent*) serta sebagai pertimbangan apakah layak jika kita gunakan peta kendali secara bersama-sama serta dapat memberikan argumen jika timbul kasus-kasus dalam analisis peta kendali.

Pada penelitian ini, ada 25 variabel pengamatan yang memiliki satuan pengukuran yang sama (mm) dan dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu 11 variabel karakteristik kualitas jarak, yang diukur dengan tujuan untuk membantu proses perakitan (assembling). Serta 14

variabel karakteristik kualitas pengelasan, yang diukur untuk kekuatan dan performance sambungan pada frame.

Dari 11 variabel jarak ini diperoleh matrik korelasi dan kemudian diturunkan sehingga didapat akar ciri (*eigen value*) dan vektor ciri (*eigen vector*) yang berpasangan. Selanjutnya berdasarkan besarnya akar ciri dan besarnya keragaman dari tiap faktor maka diperoleh 4 faktor yang merupakan hasil rotasi varimax terhadap loading awal 11 variabel jarak. Akar ciri dan besarnya keragaman tiap faktor terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Nilai Akar Ciri dan Keragaman

Faktor	Akar ciri	% Keragaman	Kumulatif % Keragaman
1	4.18773	38.1	38.1
2	2.02391	18.4	56.5
3	1.71705	15.6	72.1
4	1.22832	11.2	83.2

Sumber : perhitungan

Selain itu dapat dikatakan bahwa semua variabel jarak masuk kedalam 4 (empat) faktor tersebut, ini berarti karakteristiknya memiliki hubungan. Hal ini bisa dilihat dari nilai komunalitasnya yang cukup besar (diatas 0.5). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dalam setiap faktor, variabel yang termasuk didalamnya memiliki tingkat dependensi yang cukup tinggi. Dan dari keempat faktor jarak tersebut telah mampu menerangkan keragaman total pengamatan sebesar 83.2%.

Berdasarkan hasil rotasi varimax pada lampiran B1 dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1. Faktor I

Faktor yang pertama ini merupakan faktor yang paling dominan yang memberikan sumbangan terbesar terhadap pembentukan faktor, yaitu sebesar 38.1%. Faktor pertama ini tersusun atas 4 variabel yaitu lebar fender, lebar bracket front axle, lebar frame, dan lebar bracket engine, keempat variabel ini sangat erat hubungannya karena diukur pada satu alat yang sama dan juga saling mempengaruhi atau sangat erat hubungannya secara teknik manufaktur, sebagaimana bisa dilihat pada gambar 3.4, yaitu lebar fender tergantung pada lebar frame, sedang lebar frame tergantung pada lebar bracket front axle dan bracket engine, sehingga jika ukuran salah satu variabel berubah maka ukuran variabel yang lainnya juga ikut berubah.

2. Faktor II

Faktor kedua ini memiliki keragaman sebesar 18.4%, terdiri dari 2 variabel, yaitu lebar bracket tilt dan jarak float. Kedua variabel ini secara teknik manufaktur saling berhubungan erat, yaitu jarak antar float bagian kiri dan kanan tergantung pada

lebar bracket tilt, karena float ini menempel pada sisi bracket tilt sebagaimana pada gambar 3.4. Apabila dimensi satu variabel berubah, maka variabel yang lainnya juga akan berubah.

3. Faktor III

Faktor ketiga ini terdiri dari 2 variabel dengan keragaman 15.6%, yaitu jarak bracket radiator kiri dan kanan dan jarak bracket mufler sisi kiri dan kanan. Kedua variabel ini diapit oleh tanki kiri dan kanan, sehingga secara manufaktur sangat erat berhubungan (sebagaimana gambar 3.4), yaitu karena jarak bracket mufler akan mempengaruhi jarak bracket radiator. Jika jarak bracket mufler bertambah maka akan mempengaruhi jarak bracket radiator.

4. Faktor IV

Pembentuk faktor keempat ini ada 3 variabel dengan keragamanan 11.2%, yaitu lebar V-member, jarak float dan jarak lubang float. Ketiga variabel ini merupakan proses yang terakhir dimana jarak float kiri dan kanan tergantung pada lebar V-member. Dan letak float mempengaruhi jarak float depan dan belakang, semua ini bisa dilihat pada gambar 3.4, yaitu hubungan secara teknik manufaktur.

Dari 14 variabel Pengelasan ini diperoleh matrik korelasi R dan kemudian diturunkan akar ciri (eigen value) dan vektor ciri (eigen vector) yang berpasangan. Akar ciri dan besarnya keragaman tiap faktor bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Nilai Akar Ciri dan Keragaman

Faktor	Akar ciri	% Keragaman	Kumulatif % Keragaman
1	4.77931	34.1	34.1
2	3.93523	28.1	62.2
3	2.59086	18.5	80.8
4	1.47674	10.7	91.4

Sumber : Lampiran B2

Selain itu dapat dikatakan bahwa semua variabel pengelasan masuk kedalam 4 (empat) faktor tersebut, ini berarti karakteristiknya memiliki hubungan saling terkait, yang bisa dilihat dari nilai komunalitasnya yang cukup besar (diatas 0.5). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dalam setiap faktor, variabel yang termasuk didalamnya memiliki tingkat dependensi yang cukup tinggi. Selanjutnya berdasarkan hasil rotasi varimax dari loading awal diperoleh 4 faktor dari variabel pengelasan yang mampu menerangkan keragaman total sebesar 91.4%.

Berdasarkan hasil rotasi varimax pada lampiran B2 dapat diinterpretasikan sebagai beikut:

1. Faktor I

Faktor yang pertama ini merupakan faktor yang paling dominan, dimana memberikan sumbangan terbesar terhadap pembentukan faktor, yaitu sebesar 34.1%. Faktor pertama ini tersusun atas 5 variabel yaitu pengelasan steering bracket, pengelasan fender, pengelasan bracket tilt, pengelasan fender bagian atas dan pengelasan fender bagian bawah. Kelima variabel ini sangat erat hubungannya karena diukur pada satu alat yang sama dan juga saling mempengaruhi atau sangat erat hubungannya secara teknik manufaktur, sebagaimana gambar 3.5, sehingga jika ukuran salah satu variabel pengelasan tersebut berubah maka ukuran variabel pengelasan yang lainnya juga ikut berubah. Selain itu pengelasan pada kelima bagian tersebut dilakukan oleh satu operator yang sama (operator A) pada pos pengelasan 1 (welding 1).

2. Faktor II

Faktor kedua ini memiliki keragaman sebesar 28.1%, terdiri dari 4 variabel, yaitu pengelasan pada bracket tilt, pengelasan plate 1, pengelasan bracket engine, pengelasan float. Keempat variabel ini secara teknik manufaktur saling berhubungan erat, sebagaimana gambar 3.5. Apabila ukuran ketebalan satu

variabel pengelasan berubah, maka lebar pengelasan yang lainnya juga akan berubah. Dimana keempat bagian ini dilas oleh operator B pada pos pengelasan 2 (Welding 2).

3. Faktor III

Faktor ketiga ini terdiri dari 3 variabel dengan keragaman 18.5%, yaitu pengelasan rear support, pengelasan plate 2 dan pengelasan V-member. Yang secara teknik manufaktur (gambar 3.5), menunjukkan hubungan yang sangat erat antara pengelasan V-member dan plate 2. Proses pengelasan ketiga bagian ini dilakukan pada satu pos pengelasan (welding 3) dengan satu operator C yang sama.

4. Faktor IV

Pembentuk faktor keempat ini ada 2 variabel dengan keragamanan 10.7%, yaitu pengelasan plate 3 dan side plate. kedua variabel ini merupakan proses pengelasan yang terakhir yang dilakukan oleh operator D pada pos pengelasan terakhir (welding 4).

4.2. Pengendalian Proses Statistik untuk Produksi Frame

4.2.1. Stabilitas Proses Produksi Frame Forklift dengan Peta Pengendali Multivariate

Untuk mengetahui stabilitas proses pembuatan frame forklift dan sumber-sumber variasi yang terjadi, digunakan peta kendali.

Berdasarkan analisis faktor diatas yang menyebabkan adanya penyusutan dimensi, maka bisa dilihat adanya keterkaitan atau dependensi yang cukup besar antar varibel-variabel karakteristik jarak maupun pengelasan dalam satu faktor, serta adanya korelasi yang relatif kecil antar variabel yang berbeda faktor. Oleh karena itu digunakan peta kendali multivariate sebab sangat risikan apabila digunakan peta kendali univariate sementara terjadi keterkaitan antar karakteristik.

4.2.1.1. Stabilitas Proses Faktor I

Berdasarkan analisis faktor, faktor pertama ini tersusun atas lebar fender, lebar bracket front axle, lebar frame dan lebar bracket engine. Pertama-tama dilakukan pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 56.13% jarak $d^2_j < \chi^2_{\alpha/2}(0.5) = 3.36$ dan plot chisquare yang mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Kemudian dilakukan pengujian statistik pada peta kendali multivariate untuk masing-masing pengamatan dengan batas pengendali atas $T^2_{\alpha,p,n-1}$, dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, diperoleh batas pengendali atas sebesar :

$$T^2 = \frac{4(155-1)}{155-4} F_{\alpha,p,n-1} = 9,92226$$

Dari peta kendali multivariate faktor pertama ini terlihat bahwa terdapat 4 titik yang keluar dari batas kendali yaitu titik ke 98, 100, 106, dan 136. Untuk mengetahui karakteristik mana yang menyebabkan hal itu terjadi digunakan nilai standart dari masing-masing karakteristik pada titik yang keluar batas pengendali tersebut. Nilai standart yang diperoleh adalah

Karakteristik\ urutan	98	100	106	136
Lebar fender	-0.39	-0.94	0.72	-1.49
Lebar bracket front axle	-1.35	-1.35	-0.15	-1.35
Lebar frame	1.03	-0.45	0.53	-0.95
Lebar bracket engine	-0.04	-1.93	-0.51	-2.41

Dari nilai standart tersebut terlihat karakteristik mana yang menyebabkan titik atau data

keluar dari batas pengendali (dengan mengambil nilai yang sangat besar) yaitu :

- Untuk data ke 98, karakteristik lebar bkt front axle
- Untuk data ke 100, karakteristik lebar bkt engine
- Untuk data ke 106, karakteristik lebar fender
- Untuk data ke 136, karakteristik lebar bkt engine

Untuk itu dibuat peta kendali multivariat yang baru dengan mengeluarkan data ke 98, 100, 106, dan 136 dari data awal dan diperoleh peta kendali penyesuaian. Dimana peta kendali penyesuaian ini dilakukan sampai tiga kali penyesuaian.

Dengan cara yang sama diperoleh nilai batas pengendali atas sebesar 9.93423 (sumber lampiran C1).

Dari peta kendali multivariate penyesuaian terlihat bahwa masih ada 2 (dua) titik data yang berada di luar batas kendali, yaitu data ke 52 dan 65, hal ini disebabkan oleh karakteristik lebar fender dan lebar bracket front axle. Nilai standartnya diperoleh sebagai berikut :

karakteristik\ urutan	52	65
lebar fender	1.27	-0.94
lebar bracket front axle	1.15	-1.35
lebar frame	0.53	0.53
Lebar bracket engine	0.44	-0.51

Dari peta kendali yang baru, setelah data ke 52 dan 65 dikeluarkan ternyata masih ada 1 titik data yang keluar dari batas kendali. Maka diperoleh nilai batas pengendali atas sebesar 9.94046 (sumber lampiran C1).

Dari peta kendali multivariate penyesuaian terlihat bahwa masih ada 1 (satu) titik data yang berada di luar batas kendali, yaitu data ke 55, hal ini disebabkan oleh karakteristik lebar bracket engine. Nilai standartnya diperoleh sebagai berikut :

Karakteristik\ urutan	
	55
lebar fender	-1.49
lebar bracket front axle	-1.35
lebar frame	-0.95
Lebar bracket engine	-1.93

Dari peta kendali multivariate penyesuaian terlihat bahwa semua data telah masuk dalam batas kendali atas, dengan batas kendali = 9.94365 (sumber lampiran C1). Sehingga bisa dikatakan bahwa proses sudah layak, yang bisa dilihat dari keacakan datanya.

4.2.1.2. Stabilitas Proses Faktor II

Faktor kedua dari analisis faktor jarak tersusun atas 2 variabel, yaitu lebar bracket tilt, jarak float.

Kedua variabel ini saling dependen baik secara teknik manufaktur maupun secara statistik, oleh karena itu pengendalian kualitasnya dilakukan secara bersama dengan peta kendali multivariate.

Pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 55.48% jarak $d_j^2 < X_{\alpha/2}^2(0.5) = 1.39$ dan plot chisquare yang mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Pengujian peta kendali multivariate untuk masing-masing pengamatan dengan batas pengendali atas $T_{\alpha,p,n-1}^2$, dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, diperoleh batas pengendali atas sebesar : $T^2 = \frac{2(155-1)}{155-2} F_{\alpha,p,n-1} = 6.18621$

Berdasarkan lampiran C2 terlihat bahwa semua titik data berada di dalam batas kendali atas. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses ini sudah terkendali dan layak untuk dilihat kemampuan prosesnya yang diperlihatkan dari keacakan datanya.

4.2.1.3. Stabilitas Proses Faktor III

Faktor ketiga dari variabel jarak ini terdiri dari 2 variabel yang saling berhubungan (dependen), yaitu jarak bracket radiator dan jarak bracket mufler. Pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 60% jarak $d^2_i < \chi^2_{0.5} = 1.39$ dan plot chisquare yang mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Karena kedua variabel tersebut dependen maka peta kendalinya juga harus peta kendali bersama, dengan batas atas peta kendali $T^2_{\alpha;p;n-1}$ dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, diperoleh batas pengendali atas sebesar :

$$T^2 = \frac{2(155-1)}{155-2} F_{\alpha;p;n-1} = 6.18621$$

Untuk menguji apakah semua pengamatan masuk dalam batas kendali maka dilihat dari peta kendalinya pada lampiran C2 terlihat bahwa semua titik data berada di dalam batas kendali atas tersebut. Maka dapat dikatakan bahwa proses produksi bagian bracket radiator dan bracket mufler sudah dalam kondisi terkendali dan layak,

tetapi pada titik-titik tertentu yang memuncak ini harus diperhatikan sebab-sebabnya apakah karena hal-hal yang dapat dikendalikan atau karena faktor lain yang tidak bisa dideteksi.

4.2.1.4. Stabilitas Proses faktor IV

Variabel jarak yang termasuk dalam faktor IV adalah lebar V-member, jarak float dan jarak lubang float. Dimana ketiga faktor ini saling terkait (dependent) baik secara statistik maupun secara non statistik, oleh karena itu peta kendali multivariate yang paling tepat digunakan jika akan melakukan pengendalian kualitas secara bersama terhadap ketiga variabel tersebut. Pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 58.06% jarak $d^2, \chi^2_3(0.5) = 2.37$ dan plot chisquare yang mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Untuk menguji peta kendali multivariate ketiga variabel ini secara statistik, maka didapat batas kendali

atas peta kendali multivaraite-nya adalah $T^2_{\alpha,p,n-1}$, dengan menggunakan $\alpha=0,05$, diperoleh batas pengendali atas sebesar : $T^2 = \frac{3(155-1)}{155-3} F_{\alpha,p,n-1} = 8.10773$

Ternyata berdasarkan peta kendalinya pada lampiran C3 terlihat bahwa ada satu titik yang keluar dari batas kendali atas, yaitu pada data ke 44, maka untuk memeriksa variabel yang menyebabkan proses ini menjadi tidak terkendali maka dilihat nilai standartnya seperti di bawah ini :

Karakteristik urutan	44
Lebar v-member	1.28
Jarak float	-1.63
Jarak lubang float	1.29

Dari nilai standart diatas maka dapat dikatakan bahwa jarak float yang tidak tepat, sehingga menyebabkan peta kendali bersamanya ada yang keluar batas atas.

Untuk analisa selanjutnya, maka data ke 44 dibuang dan dibuat peta kendalinya lagi sebagai peta kendali penyesuaian dengan kriteria yang sama seperti diatas, sehingga didapatkan batas atas peta kendali untuk masing-masing pengamatan sebesar

$$T^2 = \frac{3(155-1)}{155-3} F_{\alpha,p,n-1} = 8.10963 .$$

Ternyata setelah pengamatan berkurang menjadi 154 dan batas kendali $T^2 = 8.10963$, seperti ditunjukkan pada lampiran C3 bahwa semua titik data berada di dalam batas kendali atas. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses ini sudah terkendali dan layak yang diperlihatkan dari keacakan datanya.

4.2.1.5. Stabilitas Proses faktor I Pengelasan

Berdasarkan analisis faktor untuk 14 variabel pengelasan, ternyata faktor pertama terdiri dari 5 variabel, yaitu pengelasan pada bagian steering bracket, fender, bracket tilt, fender bagian atas dan fender bagian bawah. Pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 61.94% jarak $d_j^2 < X_{\alpha}^2(0.5) = 4.35$ dan plot chisquare yang mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Pengelasan pada kelima bagian ini dilakukan pada satu pos pengelasan maka sudah jelas terlihat adanya dependensi satu sama lain, oleh karena itu untuk

mengendalikan ketebalan pengelasan sebaiknya dengan peta kendali bersama agar nanti hasilnya tidak semakin menyesatkan. Sehingga didapatkan batas pengendali atas $T^2_{\alpha,p,n-1}$, dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, diperoleh batas pengendali atas sebesar :

$$T^2 = \frac{5(155-1)}{155-5} F_{\alpha,p,n-1} = 11.6764$$

Dari peta kendali multivariate faktor pertama ini (sumber lampiran C4) terlihat bahwa terdapat 2 titik yang keluar dari batas kendali yaitu titik ke 144 dan 153. Untuk mengetahui karakteristik mana yang menyebabkan terjadinya kondisi tak terkendali ini, maka bisa dilihat dari nilai standartnya, mana yang memberikan kontribusi terbesar berarti variabel itulah yang menyebabkan kondisi tak terkendali. Nilai standart yang didapatkan adalah:

<u>karakteristik\urutan</u>	144	153
steering bracket	-0.96	1.10
fender	-1.30	1.38
bracket tilt	-0.92	1.04
fender bag atas	-0.41	-1.32
fender bag bawah	-0.45	0.49

Dari tabel nilai standart diatas terlihat bahwa kedua data tersebut keluar dari batas kendali karena

kesalahan dalam pengelasan bagian fender, kemungkinan disebabkan karena operatornya sudah lelah ataupun karena mesin lasnya sudah aus.

Untuk analisa selanjutnya maka kedua pengamatan tersebut dikeluarkan sehingga hanya ada 153 pengamatan. Kemudian dilakukan pengujian secara statistik, maka akan didapatkan batas kendali atas untuk peta kendali multivariatenya sebesar $T^2 = 11.6848$.

Dengan batas kendali atas tersebut ternyata semua pengamatan yang tersisa masuk dalam batas kendali dan prosesnya masih layak yang terlihat dari keacakan datanya.

4.2.1.6. Stabilitas Proses Faktor II Pengelasan

Pada faktor kedua ini ada 4 bagian pengelasan, yaitu pengelasan di bagian bracket tilt, plate, bracket engine dan float. Pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 63.22% jarak $d^2_j < \chi^2_{\alpha}(0.5) = 3.36$ dan plot chisquare yang mendekati

garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Keempat bagian ini memiliki hubungan dalam proses pengelasannya, yaitu berada pada satu pos pengelasan. Selain itu juga saling dependen secara statistik, sehingga untuk mengendalikan kualitasnya dilakukan pengendalian secara bersama-sama dengan menggunakan peta kendali multivariate, sedangkan batas pengendali atas $T^2_{\alpha,p,n-1}$, dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, diperoleh

$$\text{sebesar : } T^2 = \frac{4(155-1)}{155-4} F_{\alpha;p;n-1} = 8.10773$$

Kemudian jika kita amati peta kendalinya yang terdapat pada lampiran C5, maka terlihat bahwa ada 6 titik yang keluar dari batas kendali atas yang telah ditetapkan. Sehingga harus dicari variabel mana yang menyebabkan kondisi ini, yaitu dengan melihat nilai standarnya.

Berikut ini adalah nilai standart dari pengamatan faktor II pengelasan yang keluar dari batas kendali :

Karakteristik\\unitan bagian	81	98	102	117	141	154
Bracket tilt	1.88	1.82	1.84	1.80	1.85	1.89
plate 1	1.70	1.69	1.75	1.73	1.67	1.71
Bracket engine	1.10	1.15	1.13	1.08	1.11	1.00
Float	1.68	1.74	1.72	1.73	1.71	1.66

Pada kondisi tidak terkendali ini maka data yang keluar tadi (6 data) yang kesemuanya disebabkan oleh kesalahan operator pada saat mengelas bagian bracket tilt. Oleh karena itu untuk penyesuaian dibuat peta kendali lagi dengan membuang semua data yang keluar dari batas kendali, sehingga didapatkan nilai batas kontrol yang baru, yaitu : $T^2 = 8.1195$ dengan 149 pengamatan. Dan hasil peta kendalinya terlihat pada lampiran C5, yang menunjukkan bahwa semua data masuk dalam batas kendali, yang berarti bahwa proses sudah layak dan terkendali.

4.2.1.7. Stabilitas Proses Faktor III Pengelasan

Pada proses pengelasan ini faktor ketiga terdiri atas 3 variabel bagian pengelasan, yaitu bagian rear support, plate 3 dan V-member. Pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 53.55% jarak $d_j^2 < \chi^2_{\alpha}(0.5) = 2.37$ dan plot chisquare yang mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Dimana ketiga bagian ini dilas pada satu pos yang sama dan dengan operator yang sama, sehingga hasil pengelasan pada satu bagian terkait dengan bagian yang lain. Selain itu bagian ini juga perlu diuji secara statistik, apakah benar pada pengelasan di bagian rear support, plate 3 dan V-member sudah berada dalam batas kendali atas $T^2 = \frac{3(155-1)}{155-3} F_{\alpha/2, n-1} = 9.92226$ dengan $\alpha = 0,05$.

Ternyata berdasar peta kendali pada lampiran C6 terlihat bahwa proses sudah terkendali, sehingga dapat dikatakan bahwa operator pada pos 3 ini sudah baik dan berpengalaman sehingga hasil pengelasannya juga berkualitas. Selain pengaruh operator juga karena mesin pengelasnya yang baru selesai diperbaiki.

4.2.1.8. Stabilitas Proses Faktor IV Pengelasan

Untuk pengelasan bagian plate dan side plate, yang masuk dalam faktor IV berdasar analisis faktor ternyata memiliki dependensi (saling terkait) baik secara statistik maupun non statistik (pos pengelasan), sehingga untuk memeriksa pengendalian kualitasnya digunakan peta kendali multivariate secara bersama.

Pengujian dan pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Dari Lampiran F, terlihat bahwa 65.81% jarak $d_j^2 < X_{\alpha/2}^2(0.5) = 1.39$ dan plot chisquare yang mendekati garis lurus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi distribusi normal multivariat telah terpenuhi.

Pengujian terhadap proses pengelasan di pos welding 4 ini dikendalikan secara statistik dengan batas pengendali atas $T^2 = \frac{2(155-1)}{155-2} F_{\alpha/2,n-1} = 6.18621$ pada $\alpha = 0,05$.

Dari peta kendali multivariate faktor keempat ini (sumber lampiran C7) terlihat bahwa terdapat 1 titik yang keluar dari batas kendali yaitu titik ke 38. Untuk mengetahui karakteristik mana yang menyebabkan kondisi tak terkendali ini maka dicari nilai standart dari tiap pengamatan dan tiap bagian pengelasan, yaitu :

Karakteristik\\urutan bagian	38
plate 2	0.68
side plate	-8.56

Ternyata proses tak terkendali ini disebabkan oleh kesalahan dalam pengelasan side plate, yang disebabkan karena kurang trampilnya sang operator. Sehingga untuk analisa selanjutnya data ke 38 tersebut dikeluarkan untuk penyesuaian. Maka didapatkan peta kendali

penyesuaian seperti ditunjukkan pada lampiran C7 dengan batas kendali atas sebesar $T^2 = 6.18723$.

Pada peta kendali penyesuaian ini masih terdapat 3 titik yang berada di luar batas kendali, yaitu titik ke 149, 151 dan 152. Sehingga perlu diperiksa lagi pengelasan bagian mana yang kondisinya tidak terkontrol, yaitu dengan melihat nilai standartnya.

karakteristik\\urutan bagian	149	151	152
plate 2	0.65	0.70	-1.44
side plate	0.60	0.55	0.53

Dari nilai standartnya terlihat bahwa untuk semua titik pengamatan tersebut kondisinya menjadi tidak terkendali, karena proses pengelasan plate 2 tidak terkenali. Semua ini disebabkan oleh adanya kerusakan pada mesin las saat itu, sehingga layak jika pengamatan ke 149, 151 dan 152 dikeluarkan dari data dan dibuat lagi peta kendali penyesuaian dengan batas kendali atas sebesar $T^2 = 6.19037$ dan jumlah pengamatan hanya 151.

Peta kendali multivariate penyesuaian kedua seperti ditunjukkan pada lampiran C7 ini ternyata telah menunjukkan bahwa proses pengelasan faktor keempat ini dalam kondisi terkendali, dengan tidak adanya pola tertentu dari data.

4.2.2. Analisis Kemampuan Proses

Analisis ini dilakukan jika kondisi proses sudah stabil atau terkendali yang dapat dilihat melalui analisa peta kendali, sehingga kita dapat menganalisa kemampuan proses produksinya dengan mempertimbangkan spesifikasi produk yang telah ditetapkan perusahaan sebagaimana terlihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Spesifikasi Kemampuan Proses

No	Variabel	BPB	BPA	θ	M
1	Lebar fender	1050	1060	± 5	1055
2	Lebar bracket tilt	731	739	± 4	735
3	Lebar bkt front axle	-	650	$+2$	648
4	Jarak float	661	665	± 4	665
5	Lebar V-member	696	704	± 4	700
6	Lebar frame	1040	1050	± 5	1045
7	Jarak bkt radiator	678	682	± 2	680
8	Jarak bkt mufler	367	373	± 3	370
9	Lebar bracket engine	474	486	± 6	480
10	Jarak float 2	761	769	± 4	765
11	Jarak lubang float	927	933	± 3	930
12	P. bkt tilt	-	15	$+3$	12
13	P. steering bkt	-	11	$+3$	8
14	P. fender	-	15	$+3$	12
15	P. bkt tilt 2	-	8	$+3$	5
16	P. plate 1	-	9	$+3$	6
17	P. bkt engine	-	9	$+3$	6
18	P. plate 2	-	11	$+3$	8
19	P. float	-	9	$+3$	6
20	P. rear support	-	13	$+3$	10
21	P. plate 3	-	13	$+3$	10
22	P. side plate	-	9	$+3$	6
23	P. V-member	-	13	$+3$	10
24	P. fender bag. atas	-	9	$+3$	6
25	P. fender bag. bawah	-	11	$+3$	8

Keterangan

BPB :Batas Pengendali Bawah

BPA :Batas Pengendali Atas

θ : Batas Toleransi spesifikasi yang ditetapkan PT. United Tractors
 M : Ukuran Standar PT. United Tractors

Sehingga didapatkan pula keragaman proses

Tabel 4.4. Keragaman Proses

No	Variabel	σ	6σ	\bar{X}	D
1	Lebar fender	1.81301	10.87806	1055.73	0.73
2	Lebar bracket tilt	2.01290	12.07740	734.013	0.013
3*	Lebar bkt front axle	0.79782	2.393460	649.054	1.054
4	Jarak float	1.77463	10.64778	664.006	0.994
5	Lebar V-member	2.19367	13.16202	698.175	1.825
6	Lebar frame	2.05284	12.31704	1044.90	0.100
7	Jarak bkt radiator	1.04539	6.272340	679.174	0.826
8	Jarak bkt mufler	2.04939	12.29634	369.800	0.200
9	Lebar bracket engine	2.08333	12.49998	478.142	1.858
10	Jarak float 2	1.21804	7.308240	765.006	0.006
11	Jarak lubang float	1.24763	7.485780	930.377	0.377

No	Variabel	σ	3σ	\bar{X}	D
12	P. bkt tilt	0.76611	2.29833	12.5484	0.548
13	P. steering bkt	0.50137	1.50411	8.48366	0.484
14	P. fender	1.11229	3.33687	13.4641	0.464
15	P. bkt tilt 2	0.50137	1.50411	5.48366	0.484
16	P. plate 1	0.94317	2.82951	7.39355	1.394
17	P. bkt engine	0.69831	2.09493	7.22581	1.226
18	P. plate 2	0.46975	1.40925	8.67550	0.676
19	P. float	0.94317	2.82951	7.39355	1.394
20	P. rear support	0.76526	2.29578	10.9530	0.953
21	P. plate 3	0.95105	2.85315	10.0872	0.087
22	P. side plate	0.46975	1.40925	6.67550	0.676
23	P. V-member	0.73903	2.21709	10.9664	0.966
24	P. fender bag. atas	1.11229	3.33687	7.46405	1.464
25	P. fender bag. bawah	1.11229	3.33687	9.46405	1.464

Keterangan : 6σ atau 3σ = Penyebaran proses

$$D = \text{Simpangan sesatan} = |M - \bar{X}|$$

Maka dapat ditentukan kapabilitas proses untuk beberapa variabel yang telah ditentukan spesifikasinya sebagai berikut (tabel 4.5) :

Tabel 4.5. Nilai Kapabilitas Proses

Variabel	Cp	k	Cpk	% diatas BPA	% dibawah BPB
Lebar fender	0.919	0.146	0.785	0.925	0.079
Lebar bracket tilt	0.662	-0.247	0.499	0.661	6.722
Lebar bkt front axle	-	-	0.395	11.788	-
Jarak float	0.751	-0.248	0.565	0.245	4.512
Lebar V-member	0.608	-0.456	0.331	0.396	16.069
Lebar frame	0.812	-0.020	0.795	0.648	0.851
Jarak bkt radiator	0.638	-0.413	0.374	0.343	13.067
Jarak bkt mufler	0.488	-0.067	0.455	5.921	8.593
Lebar bracket engine	0.96	-0.310	0.663	0.008	2.340
Jarak float 2	1.095	1.6E-3	1.093	0.052	0.050
Jarak lubang float	0.802	0.126	0.701	1.775	0.340
P. bkt tilt	-	-	1.067	0.069	
P. steering bkt	-	-	1.673	0	
P. fender	-	-	0.460	8.366	
P. bkt tilt 2	-	-	1.673	0	
P. plate 1	-	-	0.568	4.426	
P. bkt engine	-	-	0.847	0.553	
P. plate 2	-	-	1.649	0	
P. float	-	-	0.568	4.420	
P. rear support	-	-	0.892	0.374	
P. plate 3	-	-	1.021	0.110	
P. side plate	-	-	1.649	0	
P. V-member	-	-	0.917	0.296	
P. fender bag. atas	-	-	0.460	8.366	
P. fender bag. bawah	-	-	0.460	8.350	

Dari nilai kemampuan proses dapat dinyatakan bahwa untuk variabel jarak, kemampuan prosesnya rendah

(kurang dari 1) kecuali untuk jarak float 2 yang memiliki kemampuan proses cukup tinggi.

Sedangkan untuk variabel pengelasan ada 6 variabel yang kemampuan prosesnya tinggi (lebih dari 1), dan sisanya memiliki kemampuan proses yang rendah (< 1).

4.3. Penjadwalan Persediaan Bahan Baku Frame

4.3.1. Peramalan Permintaan Frame dengan Analisis Time Series

Sebagai penyusunan model ARIMA, tentunya plot data dari time series harus memenuhi syarat stasioner. Untuk itu perlu melihat plot series dari data permintaan frame forklift yang dapat dilihat pada lampiran E.

Dari hasil plot pada lampiran E terlihat bahwa series belum stasioner dalam varians sehingga perlu ditransformasi, dan jenis transformasi yang tepat adalah transformasi ln. Setelah ditransformasi ternyata plot seriesnya belum berada disekitar rata-ratanya yang menunjukkan bahwa data belum dalam keadaan stasioner, sehingga perlu adanya pembedaan data orde satu (differencing 1). Setelah dilakukan pembedaan orde satu terlihat bahwa plot series sudah berada disekitar rata-rata yang menunjukkan bahwa data sudah stasioner.

Untuk memperoleh taksiran model sementara dapat dilihat melalui plot autokorelasi dan plot parsial autokorelasinya. Dari plot parsial autokorelasi

terlihat memiliki pola cut off lag pada lag 2, sedangkan pada plot autokorelasinya terlihat pada lag 1.

Model sementara dapat diduga adalah ARIMA(0,1,1); ARIMA(2,1,0). Setelah mendapatkan model sementara, kemudian menghitung estimasi parameternya. Untuk pengujian masing-masing pendugaan model adalah sebagai berikut :

1. Model ARIMA (0,1,1)

Dari output diperoleh nilai estimasi parameter yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Estimasi Model ARIMA (0,1,1)

Parameter	Estimasi	Std.Error	t-ratio	P-value
MA(1)	0.66665	0.10564	6.31060	0.0000
Estimasi variansi white noise = 0.214878 df = 53				
Probabilitas white noise = 0.767819				

Sumber : perhitungan

Dari tabel 4.6. terlihat bahwa P-value < ($\alpha=5\%$). Ini menunjukkan parameter tersebut signifikan. Untuk menyakinkan dapat diuji dengan memakai uji t-statistik dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

Dengan $|t_{meng}| = 6.31060$ dan $t_{tabel} = 2.00525$.

Karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka tolak H_0 artinya MA(1) significant pada $\alpha = 5\%$.

Untuk menguji residual dari model ARIMA ini, digunakan hipotesis :

$$H_0 : \rho_1(a) = \dots = \rho_k(a) = 0$$

$$H_1 : \text{ada yang tidak sama dengan nol}$$

Dengan test statistik $Q^*(20) = 14.2685$ dan $x^2 = 35.17$ ($\alpha=5\%$), karena $Q^* < x^2$ maka H_0 diterima. Ini artinya residual independen pada $\alpha = 5\%$. Selain itu dari ACF dan PACF residual terlihat bahwa semuanya masuk dalam batas, ini membuktikan bahwa residualnya sudah bersifat white noise dan dugaan model time seriesnya adalah:

$$Z_t = Z_{t-1} + a_t - \theta a_{t-1}$$

$$Z_t = Z_{t-1} + a_t - 0.66665 a_{t-1}$$

2. Model ARIMA (2,1,0)

Dari output diperoleh nilai estimasi parameter yang dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Estimasi ARIMA (2,1,0)

Parameter	Estimasi	Std.Error	t-ratio	P-value
AR(1)	-0.75713	0.13302	-5.69	0.00000
AR(2)	-0.29793	0.13310	-2.24	0.02950
Estimasi variansi white noise = 0.211142 df = 52				
Probabilitas white noise = 897085				

Sumber : perhitungan

Dari tabel 4.7. terlihat bahwa nilai P-value parameter AR(1) lebih kecil dari ($\alpha=5\%$). Ini menunjukkan parameter tersebut signifikan tidak nol. Untuk meyakinkan dapat diuji dengan memakai uji t-statistik dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

Dengan $|t_{hitung}| = 5.69$ dan $t_{tabel} = 2.00525$.

Karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka tolak H_0 artinya AR(1) significant pada $\alpha = 5\%$.

Selain itu dari tabel 4.7. terlihat bahwa nilai P-value untuk parameter AR(2) lebih kecil dari ($\alpha=5\%$). Ini menunjukkan parameter tersebut signifikan tidak nol. Untuk meyakinkan dapat diuji dengan memakai uji t-statistik dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \phi_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_2 \neq 0$$

Dengan $|t_{hitung}| = 2.24$ dan $t_{tabel} = 2.00525$.

Karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka tolak H_0 artinya AR(2) significant pada $\alpha = 5\%$.

Untuk menguji residual dari model ARIMA ini, digunakan hipotesis :

$$H_0 : \rho_1(a) = \dots = \rho_k(a) = 0$$

$$H_1 : \text{ada yang tidak sama dengan nol}$$

Dengan test statistik $Q^*(20) = 10.9352$ dan $x^2 = 36.41$ ($\alpha=5\%$), karena $Q^* < x^2$ maka H_0 diterima. Ini artinya residual independen pada $\alpha = 5\%$, dari plot ACF dan PACF residual yang semuanya masuk dalam batasnya juga dapat membuktikan bahwa residual dari model ARIMA(2,1,0) bersifat white noise.

Dari pembandingan kedua model diatas ternyata yang terbaik adalah model ARIMA (2,1,0). Pemilihan terhadap model ini dikarenakan probabilitas white noise model ARIMA (2,1,0) lebih kecil, sehingga bisa disimpulkan bahwa model ini lebih tepat. Hal ini diperkuat juga pada ACF dan PACF residual, tidak ada lag yang keluar dari batas sehingga dinyatakan bahwa model ini adalah model terbaik dengan persamaan :

$$(1-2\phi_1B+\phi_2^2B^2)(1-B) \ln Z_t = \ln a_t$$

$$(1-B(\phi_1+1)+B^2(\phi_2^2+\phi_1)-\phi_2^2B^3) \ln Z_t = \ln a_t$$

$$\ln Z_t = 0.24287 \ln Z_{t-1} - 0.6684 \ln Z_{t-2} +$$

$$-0.08876 \ln Z_{t-3} + \ln a_t$$

Hasil Ramalan kebutuhan forklift untuk enam bulan kedepan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8. Nilai peramalan permintaan forklift bulan Agustus '97 sampai Januari '98

Obs	Ramalan	Batas bawah	Batas Atas
1	262	103.959	657.556
2	274	105.884	706.618
3	278	96.097	804.789
4	271	83.956	874.524
5	275	79.571	950.321
6	274	72.818	1031.377

Sumber : perhitungan

4.3.2. Penjadwalan Persediaan dengan Metode MRP

Dari hasil peramalan permintaan frame forklift selama 6 periode ke depan (satu periode=satu bulan), maka dapat dibuat penjadwalan kebutuhan material sesuai dengan kebutuhan dari setiap item yang tersusun dalam struktur produknya. Berikut ini adalah tabel-tabel penjadwalan untuk setiap item penyusun frame, dimana setiap awal periode baru (max hari ke-5) ada pengiriman satu lot size untuk tiap komponen frame.

Untuk Membuat satu unit frame dibutuhkan bahan baku clamp sebanyak satu unit, dengan lead time 2 bulan dan lot size = 600 unit clamp. Maka Penjadwalannya:

Tabel 4.9. Penjadwalan Clamp

Periode	1	2	3	4	5	6	Tot
Kebutuhan kotor	262	274	278	271	275	274	1634
Pers di gudang	30	368	94	416	145	470	196
Kebutuhan bersih		232		184		130	
Penerimaan pesan		600		600		600	
Rencana pesan		600		600			

$$\begin{aligned}
 TIC &= \text{ongkos simpan} + \text{ongkos pesan} \\
 &= (6 \times 400 \times 0.005) + (2 \times 0.15 \times 400) \\
 &= 12 + 120 = \text{Rp } 132,-
 \end{aligned}$$

Jadi TIC per unit clamp sebesar Rp 132,-.

Untuk Membuat satu unit frame dibutuhkan bahan baku seat sebanyak satu unit dengan lead time 2 bulan dan lot size = 550 unit seat. Maka Penjadwalannya:

Tabel 4.10. Penjadwalan Seat

Periode	1	2	3	4	5	6	Tot
Kebutuhan kotor	262	274	278	271	275	274	1634
Pers di gudang	30	318	44	316	45	320	46
Kebutuhan bersih		232		234		230	
Penerimaan pesan	550		550		550		
Rencana pesan	550		550				

$$\begin{aligned}
 TIC &= \text{ongkos simpan} + \text{ongkos pesan} \\
 &= (6 \times 785 \times 0.005) + (2 \times 0.15 \times 785) \\
 &= 23,55 + 235,50 = \text{Rp } 259,05
 \end{aligned}$$

Jadi TIC per unit seat sebesar Rp 259,05.

Untuk Membuat satu unit frame dibutuhkan bahan baku clip sebanyak dua unit dengan lead time 2 bulan dan lot size = 1100 unit clip. Maka Penjadwalannya:

Tabel 4.11. Penjadwalan Clip

Periode	1	2	3	4	5	6	Tot
Kebutuhan kotor	524	548	556	542	550	548	3268
Pers di gudang	60	636	88	632	90	640	92
Kebutuhan bersih		464		468		460	
Penerimaan pesan	1100		1100		1100		
Rencana pesan	1100		1100				

$$\begin{aligned}
 TIC &= \text{ongkos simpan} + \text{ongkos pesan} \\
 &= (6 \times 129 \times 0.005) + (1 \times 0.15 \times 129) \\
 &= 3,87 + 19,35 = \text{Rp } 23,22
 \end{aligned}$$

Jadi TIC per unit clip sebesar Rp 23,22.

Untuk Membuat satu unit frame dibutuhkan bahan baku plate sebanyak sembilan unit *lead time* 2 bulan, *lot size* = 5000 unit plate. Maka Penjadwalannya:

Tabel 4.12. Penjadwalan Plate

Periode	1	2	3	4	5	6	Tot
Kebutuhan kotor	2358	2466	2502	2439	2475	2466	14706
Pers di gudang	270	2912	446	2944	505	3030	564
Kebutuhan bersih	2088		2056		1970		
Penerimaan pesan	5000		5000		5000		
Rencana pesan	5000		5000				

$$\begin{aligned}
 TIC &= \text{ongkos simpan} + \text{ongkos pesan} \\
 &= (6 \times 4600 \times 0.005) + (2 \times 0.15 \times 4600) \\
 &= 138 + 1380 = \text{Rp } 1518,-
 \end{aligned}$$

Jadi TIC per unit plate sebesar Rp 1518,-.

Untuk Membuat satu unit frame dibutuhkan bahan baku boss sebanyak dua belas unit *lead time* 2 bulan, *lot size* = 7000 unit boss. Maka Penjadwalannya:

Tabel 4.13. Penjadwalan Boss

periode	1	2	3	4	5	6	Tot
Kebutuhan kotor	3144	3288	3336	3252	3300	3288	19608
Pers di gudang	360	4216	928	4592	1340	5040	1752
Kebutuhan bersih	2784		2408		1960		
Penerimaan pesan	7000		7000		7000		
Rencana pesan	7000		7000				

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \text{ongkos simpan} + \text{ongkos pesan} \\ &= (6 \times 1650 \times 0.005) + (2 \times 0.15 \times 1650) \\ &= 49,50 + 495 = \text{Rp } 544,50 \end{aligned}$$

Jadi TIC per unit Boss sebesar Rp 544,50.

Sehingga total increment cost seluruh komponen untuk satu frame forklift setelah menggunakan metode MRP sebesar Rp 2476,77, padahal sebelum digunakan metode MRP total increment cost-nya sebesar Rp 3050,00.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

B A B V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan di Bab IV dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Dari 11 variabel karakteristik kualitas jarak pada proses pembuatan frame forklift terdapat 4 faktor yang mampu menerangkan keragaman data sebesar 83.2%. Faktor yang pertama adalah faktor lebar sisi kanan dan kiri bagian dalam dan luar yang terdiri dari lebar fender, lebar bracket front axle, lebar frame dan lebar bracket engine. Faktor kedua terdiri dari 2 variabel yang berada pada sisi kiri, yaitu lebar bracket tilt dan jarak float 1. Untuk faktor ketiga merupakan jarak bracket pada sisi kiri dan kanan, yang terdiri dari 2 variabel juga, yaitu jarak bracket radiator dan jarak bracket mufler. Faktor 4 merupakan jarak float 2, terdiri dari 3 variabel, yaitu lebar V-member, jarak float dan jarak lubang float.



Untuk 14 variabel karakteristik kualitas pengelasan juga terdiri dari 4 faktor, yang telah mampu menerangkan keragaman data sebesar 91.4%. Dimana Faktor 1 merupakan bagian pada pos welding 1 yang terdiri dari pengelasan steering bracket, fender, bracket tilt 2, fender bagian atas dan fender bagian bawah. Faktor 2 adalah bagian pada pos welding 2 yang terdiri dari pengelasan bracket tilt 1, plate1, bracket engine dan float. Bagian yang dilas pada pos welding 3 berada pada faktor 3 yaitu bagian rear support, plate 2 dan V-member. Sedangkan faktor 4, yaitu pengelasan plate 3 dan side plate yang dilas pada pos welding 4.

2. Berdasarkan analisa faktor, dibuat peta kendali bersama (multivariate) tiap faktor. Ternyata untuk karakteristik jarak, kondisi proses tidak terkendali pada faktor pertama dan faktor keempat. Sehingga dibuat peta kendali penyesuaian dengan membuang data yang keluar dari batas kendali. Sedangkan untuk karakteristik pengelasan, kondisi proses tidak terkendali pada faktor pertama, faktor kedua, faktor keempat.

3. Dari analisis kemampuan proses, maka dapat dilihat bahwa proses produksi secara umum kurang baik karena

dari 11 karakteristik kualitas jarak, hanya satu yang kapabel yaitu jarak float 2. Sedangkan untuk kemampuan proses pengelasan cukup baik karena dari 14 karakteristik kualitas pengelasan ada 6 proses yang kapabel yaitu proses pengelasan pada bagian bracket tilt, steering bracket, bracket tilt 2, plate 2, plate 3, dan side plate.

4. Dengan menggunakan metode time series permintaan frame forklift untuk 6 periode (6 bulan) dapat diramalkan. Sehingga dapat disusun penjadwalan pembelian bahan baku untuk pembuatan frame dengan metode MRP (*Material Requirement Planning*). Sehingga diperoleh informasi kapan harus melakukan pemesanan. Selain itu *total increment cost (TIC)* untuk pembelian semua bahan baku untuk satu buah frame forklift adalah Rp 2476.77, padahal *total increment cost (TIC)* awal yang ditentukan PT. United Tractors sebesar Rp 3050,00.

5.2. Saran

Dengan melihat peta kendali multivariate dan analisis kemampuan proses yang rendah, maka perlu perbaikan produksi dan pemeriksaan yang lebih intensif untuk lebar fender dan bracket tilt, jarak bracket mufler dan

float 2. Serta pengelasan pada fender atas, plate 1, V-member, dan side plate.

Untuk menghemat total increment cost (TIC = biaya simpan dan biaya pesan) maka sistem pengadaannya sebaiknya digunakan metode MRP.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Johnson, R.A. dan D.W. Wichern, *Applied Multivariate Statistics Analysis*, edisi ketiga, Prentice Hall Inc, New Jersey, 1992.
2. Karson,M.J, *Multivariate Statistical Methods*, The Iowa State University Press, 1982.
3. Montgomerry, Douglas C., *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik* (terjemahan), Gajah Mada University Press, 1995.
4. Kume, H., *Metode Statistik Untuk Peningkatan Mutu* (terjemahan), Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta,1988.
5. Haryono, *Pengendalian Kualitas Statistik*, Surabaya, 1984.
6. Shirland, Larry E., *Statistical Quality Control with Microcomputer Application*.
7. William W.S.Wei, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
8. G.E.P.Box dan G.W.M. Jenkins, *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Revised Edition, Holden Day.Inc, 1976.
9. Makridarkis S dan Mc. Gee V.E, *Forecasting Methods and Applications*, Second Edition, John Willey and Sons. Inc, 1983.
10. Arman Hakim Nasution, *Perencanaan dan Pengendalian Persediaan*, TI ITS, Surabaya.
11. Freddy Rangkuti, *Manajemen Persediaan*, Raja Grafindo Persada, Jakarta, 1996.
12. Richard J. Tersine, *Principles of Inventory and Material Management*, Second Edition, New York Nort Holland, 1982.

LAMPIRAN

Lampiran A.

OBS	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10	VAR11	VAR12
1	1058	736	650	666	697	1048	678	367	481	764	930	12
2	1058	736	650	666	697	1047	678	368	481	764	930	13
3	1057	735	649	665	698	1046	678	367	480	764	930	12
4	1056	734	649	664	697	1046	679	369	479	764	931	12
5	1057	735	649	665	698	1047	678	367	480	765	930	13
6	1055	733	649	663	696	1046	680	372	478	768	932	12
7	1054	734	648	664	695	1044	680	371	477	767	931	12
8	1053	731	648	661	702	1043	679	369	476	766	931	12
9	1053	731	648	661	702	1041	679	370	476	766	931	13
10	1056	738	649	668	697	1046	679	369	479	765	931	12
11	1058	732	650	662	699	1047	678	368	480	766	930	12
12	1055	733	649	663	696	1045	680	371	477	766	932	13
13	1055	733	648	663	696	1046	678	367	477	764	930	12
14	1053	731	648	661	702	1041	679	369	475	763	931	12
15	1055	733	649	663	696	1044	680	372	477	766	932	13
16	1056	738	649	668	697	1045	680	371	478	765	932	13
17	1052	734	648	664	700	1041	679	370	474	765	931	12
18	1055	733	648	663	696	1044	680	371	477	765	932	12
19	1054	734	648	664	703	1045	681	373	476	764	929	14
20	1056	738	649	668	697	1044	679	370	478	765	931	14
21	1058	736	650	666	697	1047	678	367	481	764	930	12
22	1058	736	650	666	697	1048	679	369	481	764	930	12
23	1057	735	650	665	698	1045	678	368	480	764	930	12
24	1055	735	649	665	698	1045	679	369	477	765	930	13
25	1055	733	648	663	696	1043	680	371	478	768	932	12
26	1058	736	650	666	697	1047	678	368	481	764	930	12
27	1058	732	650	663	699	1047	680	372	480	766	932	13
28	1055	733	649	663	696	1044	680	372	477	766	932	13
29	1055	733	648	663	696	1044	679	369	477	764	931	12
30	1053	731	648	661	702	1041	678	368	475	763	930	12
31	1055	733	649	663	696	1045	678	367	477	766	930	13
32	1053	731	648	661	699	1042	679	369	476	766	931	13
33	1053	731	648	661	696	1043	679	370	476	766	931	13
34	1056	738	649	668	697	1045	679	370	479	765	931	13
35	1058	732	650	663	699	1046	680	372	480	766	932	12
36	1055	733	648	663	696	1044	680	372	477	766	932	12
37	1055	733	648	663	696	1045	678	368	477	764	930	12
38	1053	737	648	667	702	1042	679	370	475	763	931	12
39	1056	738	649	668	697	1047	680	371	479	765	932	12
40	1058	734	650	664	703	1048	681	373	481	764	929	14
41	1056	732	649	663	697	1046	678	367	478	765	930	14
42	1058	733	650	663	697	1047	678	368	481	764	930	12
43	1058	738	650	668	703	1047	681	373	480	764	928	14
44	1056	733	649	663	697	1045	678	367	478	765	930	14
45	1058	736	650	665	701	1046	678	368	481	764	930	12
46	1053	737	648	666	696	1043	680	371	476	766	932	14
47	1056	737	650	667	701	1045	680	371	479	763	932	13
48	1054	734	648	663	698	1042	678	368	476	766	930	14
49	1057	733	650	664	698	1044	678	367	479	766	930	12
50	1057	736	650	666	697	1044	681	373	480	768	933	13
51	1057	736	650	666	696	1045	681	373	481	765	931	12
52	1058	731	650	662	702	1046	679	369	479	766	930	13
53	1053	731	648	661	702	1042	681	373	476	766	932	13
54	1053	733	648	662	698	1043	678	368	475	766	928	14
55	1053	732	648	662	698	1043	681	373	474	766	928	13
56	1055	731	649	661	700	1045	681	373	479	762	928	13
57	1055	732	649	663	698	1045	680	371	478	766	932	14
58	1056	733	649	663	697	1047	680	371	478	765	932	12
59	1052	736	648	666	700	1041	679	370	474	765	931	12
60	1055	733	649	664	696	1044	681	373	477	765	928	12
61	1054	734	649	664	703	1042	681	373	476	764	929	14
62	1056	738	650	668	697	1044	681	373	478	765	930	14
63	1058	736	650	665	697	1046	680	371	481	764	930	12
64	1055	736	649	665	697	1045	680	372	477	764	930	12

OBS	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10	VAR11	VAR12
65	1054	735	648	664	698	1046	680	371	477	764	928	12
66	1057	735	650	664	698	1046	680	372	479	765	930	13
67	1055	733	649	664	696	1041	680	372	478	768	931	12
68	1058	732	650	662	697	1048	680	372	481	764	930	12
69	1058	732	650	663	699	1047	679	370	480	766	930	13
70	1055	733	649	663	697	1043	679	370	477	765	929	13
71	1055	735	648	665	696	1043	680	372	477	764	931	13
72	1053	731	648	661	702	1041	680	372	475	763	931	12
73	1055	733	649	664	698	1044	679	370	477	766	930	12
74	1053	731	649	662	701	1042	678	368	476	766	931	12
75	1053	731	649	661	702	1042	678	368	476	767	932	12
76	1056	738	649	668	697	1048	678	368	479	765	930	12
77	1058	732	650	663	699	1048	679	369	480	766	931	12
78	1056	738	649	668	697	1047	678	367	478	765	930	12
79	1052	732	648	662	700	1042	680	371	474	765	932	12
80	1055	733	648	664	696	1046	680	372	477	765	932	12
81	1054	737	649	666	703	1045	678	367	476	764	929	14
82	1056	733	648	663	697	1046	679	370	478	765	930	14
83	1058	736	650	665	697	1048	678	367	481	764	929	12
84	1058	736	650	665	697	1048	678	367	481	764	930	12
85	1056	735	649	664	698	1046	678	368	477	764	930	12
86	1057	735	649	664	698	1046	678	367	480	765	930	13
87	1055	733	649	664	696	1044	680	372	478	768	931	12
88	1058	734	650	665	697	1047	678	367	481	764	930	12
89	1058	732	650	663	699	1047	678	368	480	766	930	13
90	1055	733	649	663	696	1044	680	371	477	766	932	12
91	1055	737	648	667	696	1044	678	368	477	764	931	12
92	1053	735	649	664	702	1041	678	367	475	763	931	12
93	1055	733	649	664	696	1045	681	373	477	766	930	12
94	1053	731	649	662	702	1042	679	370	476	766	931	12
95	1053	731	649	661	702	1042	679	370	476	766	931	12
96	1056	738	649	668	697	1046	679	369	479	765	931	13
97	1058	732	650	663	699	1049	680	372	480	766	932	13
98	1055	737	648	666	700	1047	681	373	478	763	929	14
99	1054	733	648	664	701	1045	681	373	476	763	929	12
100	1054	737	648	666	700	1044	680	372	474	762	930	12
101	1055	737	649	667	697	1046	678	368	477	764	929	12
102	1053	734	648	664	702	1043	680	372	474	767	931	14
103	1058	734	650	663	703	1048	680	372	481	766	932	14
104	1056	732	649	663	701	1046	680	372	477	766	933	14
105	1058	735	650	665	701	1048	680	371	481	766	929	14
106	1057	734	649	664	697	1046	680	371	477	764	927	13
107	1058	734	650	664	701	1047	680	372	480	766	930	13
108	1056	733	650	663	697	1045	680	372	478	765	930	14
109	1058	734	649	665	697	1047	678	367	481	764	929	12
110	1056	732	649	662	697	1047	679	369	481	764	930	12
111	1057	735	650	664	698	1045	678	368	480	764	928	12
112	1057	735	649	664	698	1045	678	367	480	765	928	13
113	1055	732	648	663	698	1043	678	368	478	766	928	14
114	1056	732	649	663	697	1044	680	371	478	765	932	12
115	1052	734	648	664	700	1041	679	369	474	765	931	12
116	1055	733	648	664	696	1044	680	371	477	765	932	12
117	1054	734	648	664	703	1042	679	369	476	764	929	14
118	1056	732	649	663	697	1046	680	371	478	765	930	14
119	1058	736	650	665	697	1047	678	368	481	764	929	12
120	1058	736	650	665	697	1047	680	371	481	764	930	12
121	1057	735	650	664	698	1045	678	367	480	764	928	12
122	1057	735	650	664	698	1045	678	367	480	765	928	13
123	1055	733	649	664	696	1044	680	371	478	768	931	12
124	1058	736	650	665	697	1048	678	368	481	764	930	12
125	1058	732	650	663	698	1047	678	367	480	766	930	12
126	1055	733	648	663	696	1045	680	371	477	766	932	12
127	1058	736	650	665	697	1047	678	368	481	764	930	12
128	1058	736	650	665	697	1046	678	368	481	764	930	12
129	1057	735	650	664	698	1045	678	367	480	764	930	12
130	1057	735	650	664	698	1044	678	367	480	765	930	13
131	1055	733	649	664	696	1041	680	372	478	768	931	12

OBS	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10	VAR11	VAR12
132	1058	736	650	665	697	1049	678	368	481	764	930	12
133	1058	732	650	663	699	1048	680	371	480	766	931	12
134	1055	733	649	663	696	1045	681	373	477	766	932	12
135	1053	733	648	663	696	1042	678	367	474	764	931	12
136	1053	731	648	661	702	1043	678	368	473	763	931	12
137	1055	733	649	664	696	1047	680	372	477	766	932	12
138	1056	732	649	662	697	1047	680	371	478	765	932	12
139	1052	735	648	665	700	1042	679	370	474	765	931	12
140	1055	733	648	664	696	1044	678	367	477	765	928	12
141	1054	734	648	664	703	1043	680	372	476	764	929	14
142	1056	738	649	668	697	1045	680	372	478	765	930	14
143	1058	736	650	665	697	1047	678	367	481	764	929	12
144	1058	736	650	665	697	1046	679	370	481	764	930	12
145	1057	735	650	664	698	1044	678	368	480	764	928	12
146	1057	735	650	664	698	1045	678	368	480	765	928	13
147	1055	733	649	664	696	1042	680	371	478	768	931	12
148	1058	736	650	665	697	1046	678	367	481	764	930	12
149	1058	732	650	663	699	1046	678	367	480	766	930	12
150	1055	733	648	663	696	1044	680	371	477	766	932	12
151	1055	733	648	663	696	1044	678	368	477	764	931	12
152	1055	733	649	662	696	1044	681	373	477	765	930	12
153	1054	734	648	664	703	1043	679	370	476	765	932	12
154	1057	731	649	661	698	1047	678	368	478	764	931	14
155	1055	733	648	663	696	1044	680	371	476	766	933	12

Number of cases read: 155

Number of cases listed: 155

OBS	VAR13	VAR14	VAR15	VAR16	VAR17	VAR18	VAR19	VAR20	VAR21	VAR22	VAR23	VAR24	VAR25
1	8	12	5	6	6	8	6	10	9	6	10	6	8
2	8	12	5	8	8	8	8	11	10	6	11	6	8
3	9	14	6	7	7	8	7	11	10	6	11	8	10
4	9	14	6	7	7	9	7	10	9	7	10	8	10
5	8	13	5	8	8	8	8	11	10	6	11	7	9
6	8	12	5	6	6	9	6	10	9	7	10	6	8
7	9	12	5	6	6	8	6	11	11	6	12	6	8
8	9	15	6	6	6	9	6	10	9	7	10	9	11
9	8	13	5	8	8	9	8	10	9	7	10	7	9
10	9	14	6	6	6	9	6	11	10	7	11	8	10
11	9	14	6	7	7	9	7	11	11	7	12	8	10
12	9	14	6	8	8	8	8	12	12	6	12	8	10
13	9	15	6	7	7	9	7	12	12	7	12	9	11
14	9	15	6	7	7	9	7	12	12	7	12	9	11
15	9	14	6	8	8	8	8	10	9	6	10	8	10
16	9	14	6	8	8	9	8	11	10	7	11	8	10
17	9	14	6	9	9	9	6	10	9	7	10	8	10
18	9	14	6	5	6	9	6	12	12	7	12	8	10
19	8	13	5	9	8	9	9	12	12	7	12	7	9
20	8	13	5	9	8	9	9	11	11	7	12	7	9
21	8	12	5	7	7	9	7	10	9	7	10	6	8
22	9	14	6	6	6	9	6	10	9	7	10	8	10
23	8	12	5	6	6	9	6	12	12	7	12	6	8
24	8	12	5	8	8	8	8	11	10	6	11	6	8
25	8	13	5	7	7	9	7	10	9	7	10	7	9
26	9	15	6	7	7	9	7	11	10	6	11	9	11
27	8	12	5	8	8	9	8	11	11	7	12	6	8
28	9	15	6	8	8	9	8	11	10	6	11	9	11
29	9	15	6	6	6	9	6	11	10	7	11	9	11
30	8	13	5	6	6	9	6	12	12	7	12	7	9
31	9	14	6	8	8	9	8	10	9	6	10	8	10
32	9	15	6	8	8	9	8	10	9	7	10	9	11
33	8	13	5	0	0	9	0	10	9	7	10	7	9
34	9	14	6	8	8	9	8	11	11	7	12	8	10
35	9	14	6	6	6	9	6	11	10	7	11	8	10
36	9	15	6	6	6	8	6	12	12	6	12	9	11
37	8	13	5	7	7	9	7	12	12	7	12	7	9
38	0	13	5	7	7	9	7	12	11	1	12	7	9
39	8	13	5	6	6	9	6	11	10	7	11	7	9
40	9	14	6	9	0	9	9	12	12	7	12	8	10

OHS, VAR13 VAR14 VAR15 VAR16 VAR17 VAR18 VAR19 VAR20 VAR21 VAR22 VAR23 VAR24 VAR25

41	8	12	5	9	8	9	9	11	10	7	11	6	8
42	9	14	6	7	7	8	7	11	10	6	11	8	10
43	9	15	6	9	8	9	9	12	12	7	12	9	11
44	8	13	5	9	8	9	9	10	9	7	10	7	9
45	8	12	5	6	6	8	6	10	9	6	10	6	8
46	8	12	5	9	8	9	9	10	9	7	10	6	8
47	8	13	5	8	8	9	8	10	9	7	10	7	9
48	9	14	6	9	8	9	9	12	12	7	12	8	10
49	8	12	5	6	6	9	6	12	12	7	12	6	8
50	8	12	5	8	8	9	8	10	9	7	10	6	8
51	9	14	6	6	6	8	6	10	9	6	10	8	10
52	8	13	5	0	0	9	0	10	9	7	10	7	9
53	9	15	6	8	8	9	8	10	9	7	10	9	11
54	9	14	6	9	8	9	9	10	9	7	10	8	10
55	9	15	6	8	8	8	8	12	12	6	12	9	11
56	8	13	5	8	8	9	8	11	10	7	11	7	9
57	8	12	5	9	8	8	9	11	10	6	11	6	8
58	9	14	6	7	7	9	7	11	11	7	12	8	10
59	9	15	6	7	7	9	7	11	11	7	12	9	11
60	8	13	5	7	7	9	7	12	12	7	12	7	9
61	9	14	6	9	8	9	9	12	12	7	12	8	10
62	9	14	6	9	8	9	9	11	10	7	11	8	10
63	8	12	5	7	7	8	7	11	11	6	12	6	8
64	8	12	5	7	7	8	7	11	11	6	12	6	8
65	8	13	5	7	7	8	7	11	10	6	11	7	9
66	9	14	6	8	8	9	8	11	10	7	11	8	10
67	8	13	5	7	7	9	7	10	9	7	10	7	9
68	9	14	6	7	7	8	7	11	11	6	12	8	10
69	8	12	5	8	8	9	8	11	10	7	11	6	8
70	8	13	5	8	8	8	8	11	11	6	12	7	9
71	9	15	6	8	8	9	8	11	10	7	11	9	11
72	9	15	6	7	7	9	7	12	12	7	12	9	11
73	9	15	6	7	7	8	7	10	9	6	10	9	11
74	8	13	5	7	7	9	7	10	9	7	10	7	9
75	9	14	6	7	7	9	7	10	9	7	10	8	10
76	9	14	6	7	7	9	7	11	10	7	11	8	10
77	8	12	5	7	7	9	7	11	11	7	12	6	8
78	8	12	5	7	7	9	7	12	12	7	12	6	8
79	9	15	6	7	7	9	7	10	9	7	10	9	11
80	8	13	5	7	7	9	7	12	11	7	12	7	9
81	8	13	5	9	8	9	9	12	10	7	12	7	9
82	8	13	5	9	8	9	9	11	10	7	11	7	9
83	9	15	6	7	7	8	7	12	10	6	11	9	11
84	9	14	6	7	7	8	7	12	10	6	11	8	10
85	9	14	6	7	7	8	7	11	10	6	11	8	10
86	8	12	5	8	8	9	8	10	10	7	11	6	8
87	9	14	6	7	7	9	7	10	9	7	10	8	10
88	9	15	6	7	7	8	7	11	10	6	11	9	11
89	9	15	6	8	8	9	8	10	9	7	10	9	11
90	9	14	6	7	7	9	7	10	10	7	11	7	9
91	8	13	5	7	7	9	7	12	10	7	11	7	9
92	9	15	6	6	6	9	6	12	10	7	11	9	11
93	9	15	6	7	7	9	7	10	9	7	10	9	11
94	9	14	6	7	7	9	7	10	9	7	10	8	10
95	8	13	5	7	7	9	7	10	9	7	10	7	9
96	9	15	6	8	8	9	8	11	10	7	11	9	11
97	8	12	5	8	8	9	8	11	9	7	10	6	8
98	8	12	5	9	8	9	9	12	10	7	12	6	8
99	8	13	5	6	6	8	6	12	11	6	12	7	9
100	9	14	6	6	6	8	6	10	9	6	10	8	10
101	9	15	6	7	7	9	7	12	11	7	12	9	11
102	9	15	6	9	8	9	9	12	10	7	12	9	11
103	8	13	5	9	8	9	9	12	11	7	12	7	9
104	9	15	6	9	8	9	9	12	10	7	11	9	11
105	9	14	6	9	8	9	9	11	9	7	10	8	10
106	8	12	5	8	8	9	8	11	9	7	10	6	8
107	9	14	6	8	8	9	8	12	10	6	11	8	10
108	8	13	5	9	8	9	9	12	10	7	11	7	9
109	8	12	5	7	7	8	7	11	10	6	11	6	8
110	8	12	5	7	7	8	7	12	10	6	11	6	8
111	8	12	5	7	7	8	7	10	10	6	11	6	8
112	9	15	6	8	8	9	8	10	10	7	11	9	11
113	8	13	5	9	8	9	8	10	10	6	11	7	9
114	8	12	5	7	7	9	7	11	10	7	11	6	8
115	8	13	5	7	7	9	7	11	10	7	11	7	9

OBS. VAR13 VAR14 VAR15 VAR16 VAR17 VAR18 VAR19 VAR20 VAR21 VAR22 VAR23 VAR24 VAR25

116	9	15	6	7	7	9	7	12	11	7	12	9	11
117	8	13	5	9	8	9	9	12	10	7	12	7	9
118	9	15	6	9	8	9	9	11	10	7	11	9	11
119	9	14	6	7	7	8	7	11	10	6	11	8	10
120	8	12	5	7	7	8	7	11	10	6	11	6	8
121	8	12	5	7	7	8	7	10	10	6	11	6	8
122	8	13	5	8	8	9	8	11	10	7	11	7	9
123	9	15	6	7	7	9	7	10	9	7	10	9	11
124	8	13	5	7	7	8	7	11	10	6	11	7	9
125	9	15	6	6	6	9	6	11	9	7	10	9	11
126	8	12	5	7	7	9	7	11	10	7	11	6	8
127	0	13	5	7	7	8	7	11	10	6	11	7	9
128	9	15	6	7	7	8	7	12	10	6	11	9	11
129	8	12	5	7	7	8	7	12	10	6	11	6	8
130	9	14	6	8	8	9	8	12	10	7	11	8	10
131	8	13	5	7	7	9	7	10	9	7	10	7	9
132	8	12	5	7	7	8	7	11	10	6	11	6	8
133	8	13	5	6	6	9	6	11	9	7	10	7	9
134	8	12	5	7	7	8	7	11	10	6	11	6	8
135	8	13	5	7	7	9	7	12	10	7	11	7	9
136	0	13	5	7	7	9	7	12	10	7	11	7	9
137	0	13	5	7	7	8	7	10	9	6	10	7	9
138	9	15	6	7	7	9	7	11	10	7	11	9	11
139	9	15	6	7	7	9	7	10	10	7	11	9	11
140	8	12	5	7	7	9	7	12	11	7	12	6	8
141	8	13	5	9	8	9	9	12	10	7	12	7	9
142	9	15	6	9	8	9	9	11	10	7	11	9	11
143	9	15	6	7	7	8	7	10	10	6	11	9	11
144	8	12	5	7	7	8	7	10	10	6	11	7	9
145	9	14	6	7	7	8	7	10	10	6	11	8	10
146	8	12	5	8	8	9	8	11	10	7	11	6	8
147	8	13	5	7	7	9	7	10	9	7	10	7	9
148	8	12	5	7	7	8	7	11	10	6	11	6	8
149	9	15	6	6	6	9	6	11	9	7	10	9	11
150	9	14	6	7	7	9	7	11	10	6	11	8	10
151	8	12	5	7	7	9	7	11	10	7	11	6	8
152	8	12	5	7	7	8	7	12	10	7	11	6	8
153	9	15	6	7	7	9	7	11	10	8	11	8	10
154	9	14	6	9	8	9	9	12	10	7	12	8	10
155	8	12	5	6	6	8	6	12	11	6	12	6	8

Number of canons read: 155 Number of canons listed: 155

Date Permintaan

33	42	84	42	57	156	84	150	180	60	100	
60	70	90	120	60	120	140	180	120	60	120	
60	114	60	120	150	120	240	60	240	120	140	
180	270	150	180	90	210	300	180	270	270	150	
300	330	192	144	200	120	206	244	270	234	310	

LAMPIRAN B 1

- - - - - FACTOR ANALYSIS - - - - -

Analysis number 1 Listwise deletion of cases with missing values

Extraction 1 for analysis 1, Principal Components Analysis (PC)

Initial Statistics:

Variable	Communality *	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
VAR1	1.00000	1	4.10773	38.1	38.1
VAR2	1.00000	2	2.02391	18.4	56.5
VAR3	1.00000	3	1.71705	15.6	72.1
VAR4	1.00000	4	1.22832	11.2	83.2
VAR5	1.00000	5	.72366	6.6	89.8
VAR6	1.00000	6	.58764	5.3	95.2
VAR7	1.00000	7	.28909	2.6	97.8
VAR8	1.00000	8	.12797	1.2	99.0
VAR9	1.00000	9	.05181	.5	99.4
VAR10	1.00000	10	.03664	.3	99.8
VAR11	1.00000	11	.02619	.2	100.0

PC extracted 4 factors.

Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
VAR1	.90497	.25094	-.26240	.09347
VAR9	.89817	.24356	-.24677	.05475
VAR6	.80672	.27151	-.15005	.11954
VAR3	.80193	.23586	-.26399	.17817
VAR7	-.40043	.79204	.25023	.32625
VAR8	-.43304	.70601	.24095	.32564
VAR10	-.30419	.40867	-.30854	-.43060
VAR11	-.39038	.44703	-.10419	-.42945
VAR2	.55996	.00342	.78408	-.16603
VAR4	.53178	.11023	.77228	-.21816
VAR5	-.26803	-.27402	.03710	.71136

Final Statistics:

Variable	Communality *	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
VAR1	.95957	1	4.10773	38.1	38.1
VAR2	.95591	2	2.02391	18.4	56.5
VAR3	.80016	3	1.71705	15.6	72.1
VAR4	.93895	4	1.22832	11.2	83.2
VAR5	.65434	*			
VAR6	.76132	*			
VAR7	.96319	*			
VAR8	.97108	*			
VAR9	.92993	*			
VAR10	.67474	*			
VAR11	.54752	*			

VARIMAX rotation 1 for extraction 1 in analysis 1 - Kaiser Normalization.

VARIMAX converged in 5 iterations.

Rotated Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
VAR1	.96472	.12554	-.11672	-.00126
VAR9	-.94365	.14511	-.13347	.02435
VAR3	.00839	.05569	-.05864	-.06622
VAR6	.85396	.17463	-.02836	-.02794
VAR2	.16839	.95491	-.04900	-.11531
VAR4	.17660	.95248	.01919	-.01364
VAR8	-.11505	-.02709	.97246	.10030
VAR7	-.09485	-.00860	.97112	.10508
VAR10	-.03018	-.31566	.19398	.73250
VAR5	-.20452	-.29018	.19109	-.70127
VAR11	-.21614	-.10831	.26556	.64689

Factor Transformation Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Factor 1	.04705	.40602	-.32119	-.12036
Factor 2	.35194	.04141	.79750	.48828
Factor 3	-.35241	.86755	.25688	-.23912
Factor 4	.18560	-.28424	.44141	-.83061

LAMPIRAN B 2

----- FACTOR ANALYSIS -----

Analysis number 1 Listwise deletion of cases with missing values
Extraction 1 for analysis 1, Principal Components Analysis (PC)
Initial Statistics:

Variable	Communality *	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
VAR12	1.00000	1	4.77931	34.1	34.1
VAR13	1.00000	2	3.93523	28.1	62.2
VAR14	1.00000	3	2.59086	18.5	80.8
VAR15	1.00000	4	1.49674	10.7	91.4
VAR16	1.00000	5	.36552	2.6	94.1
VAR17	1.00000	6	.31322	2.2	96.3
VAR18	1.00000	7	.23248	1.7	98.0
VAR19	1.00000	8	.17930	1.3	99.2
VAR20	1.00000	9	.07569	.5	99.8
VAR21	1.00000	10	.02510	.2	100.0
VAR22	1.00000	11	.00655	.0	100.0
VAR23	1.00000	12	.00000	.0	100.0
VAR24	1.00000	13	.00000	.0	100.0
VAR25	1.00000	14	.00000	.0	100.0

PC extracted 4 factors.

Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
VAR14	.98177	.00007	.03246	-.02479
VAR24	.98099	-.00225	.03180	-.04035
VAR25	.98099	-.00225	.03180	-.04035
VAR15	.95539	-.04040	.03493	+.08994
VAR13	.95539	-.04040	.03493	+.08994
VAR16	.00380	.98069	-.10465	-.14536
VAR19	.00380	.98069	-.10465	-.14536
VAR12	.01786	.93729	-.08908	-.06889
VAR17	-.00335	.91534	-.16081	-.20202
VAR21	-.01501	.14387	.93307	.09880
VAR23	-.06856	.23144	.93138	.04723
VAR20	-.02460	.22170	.05282	.11072
VAR18	.17416	.31247	-.13935	.82614
VAR22	.17022	.26378	-.21173	.82591

Final Statistics:

Variable	Communality *	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
VAR12	.89150	1	4.77931	34.1	34.1
VAR13	.92444	2	3.93523	28.1	62.2
VAR14	.96554	3	2.59086	18.5	80.8
VAR15	.92444	4	1.49674	10.7	91.4
VAR16	.99386				
VAR17	.90454				
VAR18	.82989				
VAR19	.99386				
VAR20	.78931				
VAR21	.90131				
VAR22	.82551				
VAR23	.92797				
VAR24	.90499				
VAR25	.96499				

VARIIMAX rotation 1 for extraction 1 in analysis 1 - Kaiser Normalization.

VARIIMAX converged in 4 iterations.

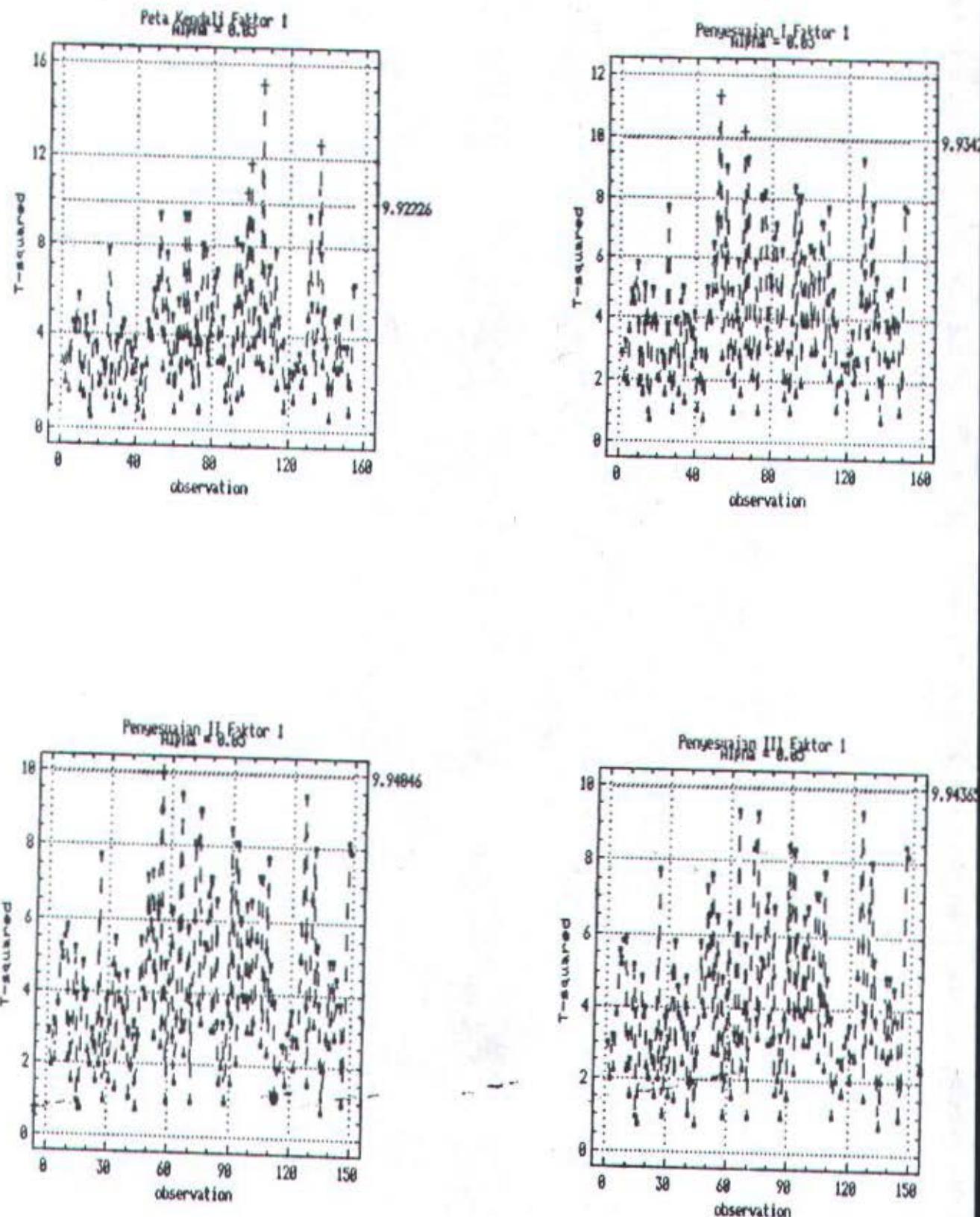
Rotated Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
VAR24	.98004	.00752	-.00235	.06667
VAR25	.98004	.00752	-.00235	.06667
VAR14	.97517	.00607	.00057	.08206
VAR15	.96102	-.02614	-.01273	.00616
VAR13	.96102	-.02614	-.01273	.00616
VAR16	-.00871	.99238	.05219	.07905
VAR19	-.00871	.99238	.05219	.07905
VAR17	-.01098	.95059	-.02082	.01902
VAR12	-.00101	.93082	.06870	.14270
VAR23	-.03524	.07722	.95783	-.05773
VAR21	.01467	-.01889	.94085	-.02049
VAR20	-.00163	.06479	.08588	.01023
VNG22	.06689	.09507	-.06464	.89879
VAR18	.07300	.13146	.01450	.89837

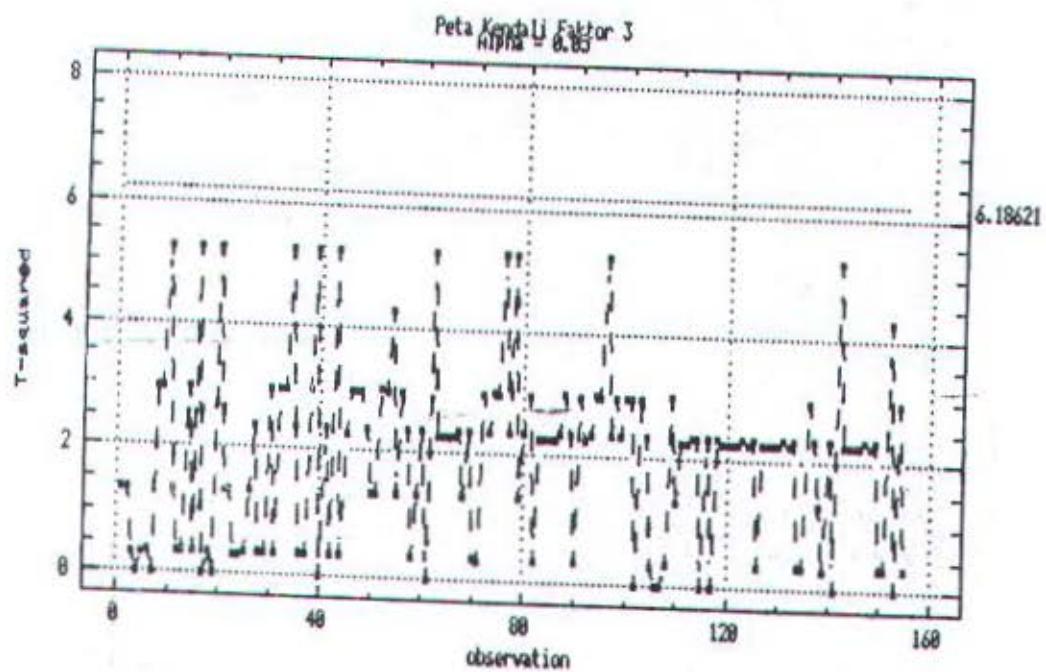
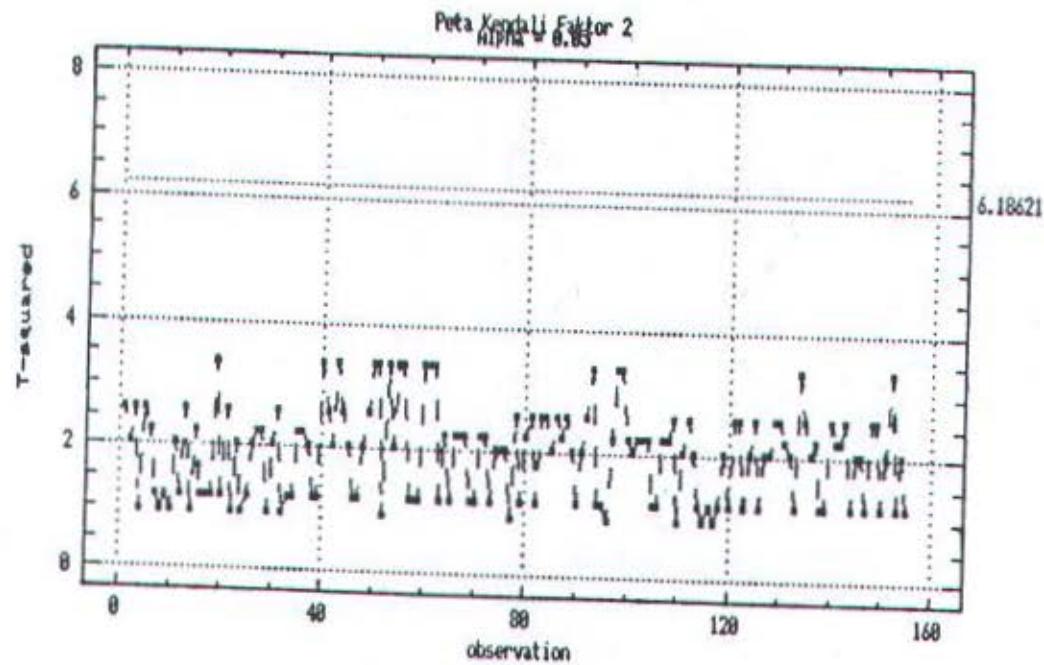
Factor Transformation Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Factor 1	.99318	.00507	-.02864	.11208
Factor 2	-.02327	.96238	.17560	.20605
Factor 3	.04634	-.14417	.97647	-.15355
Factor 4	-.10440	.23026	.12188	.95980

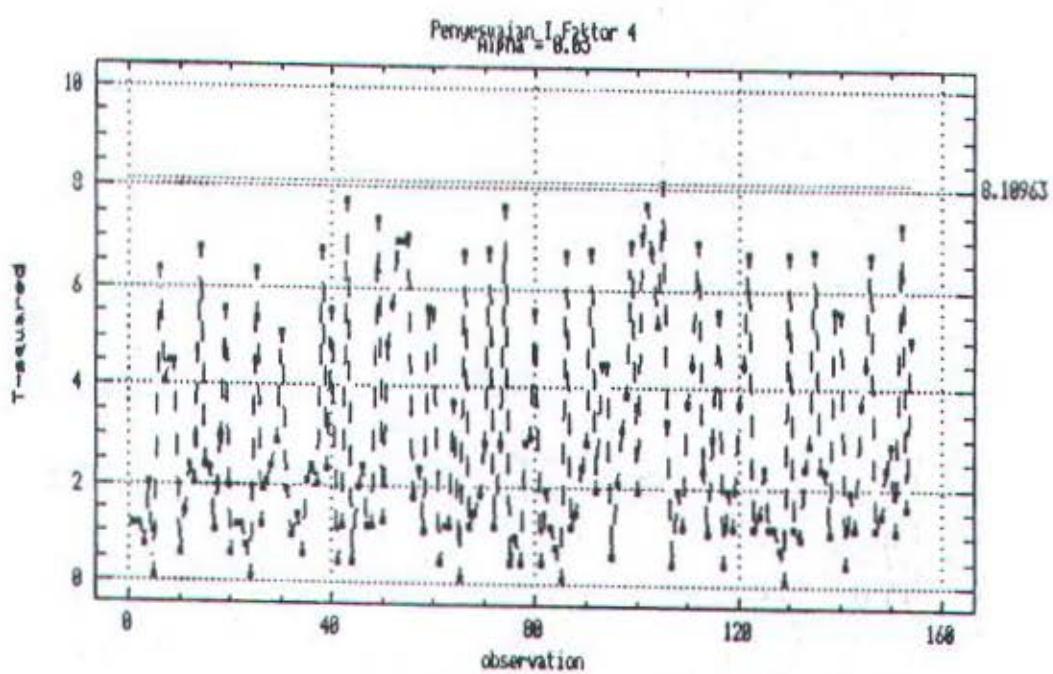
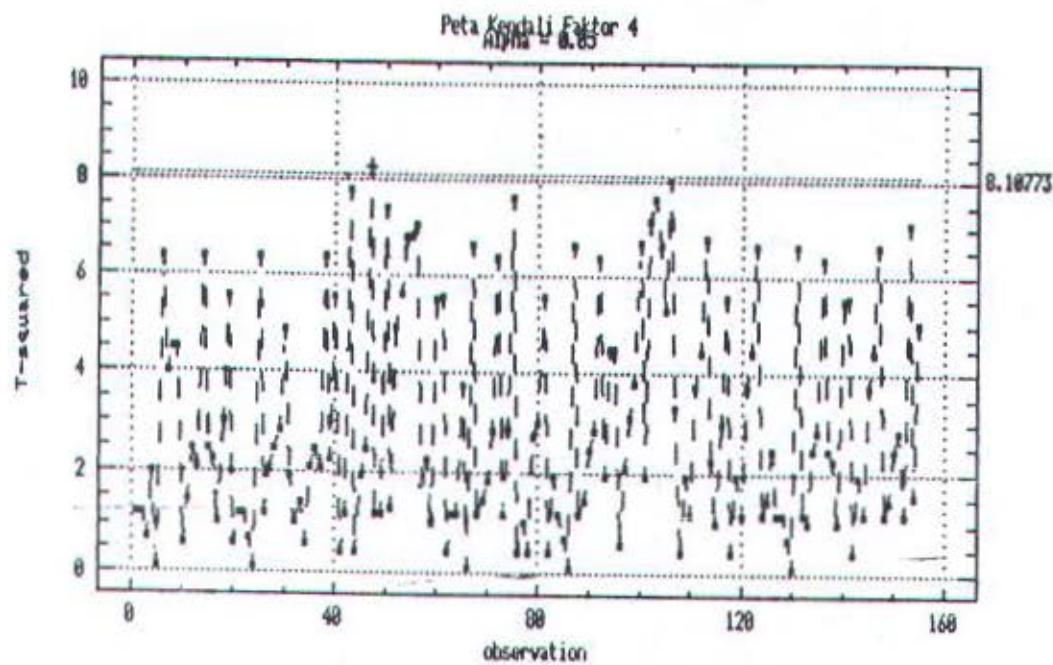
LAMPIRAN C1



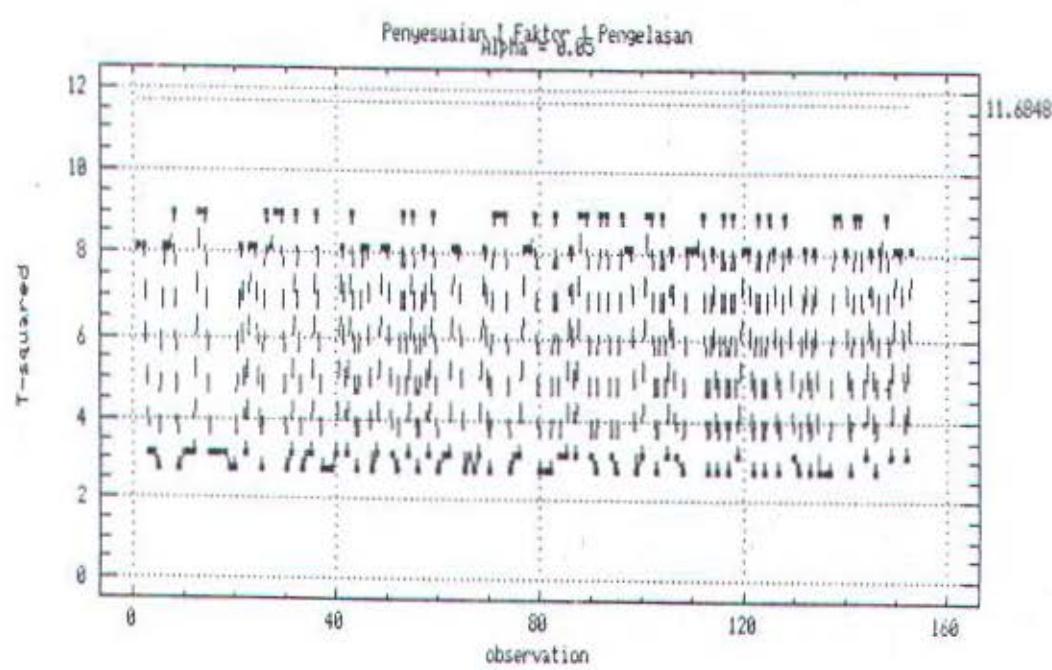
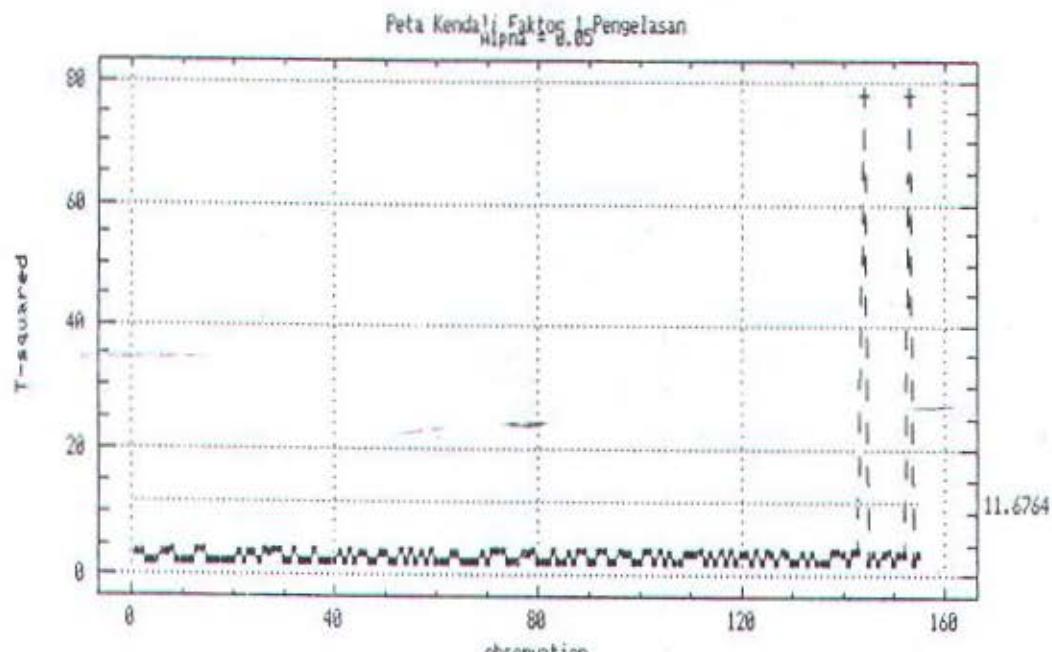
LAMPIRAN C2



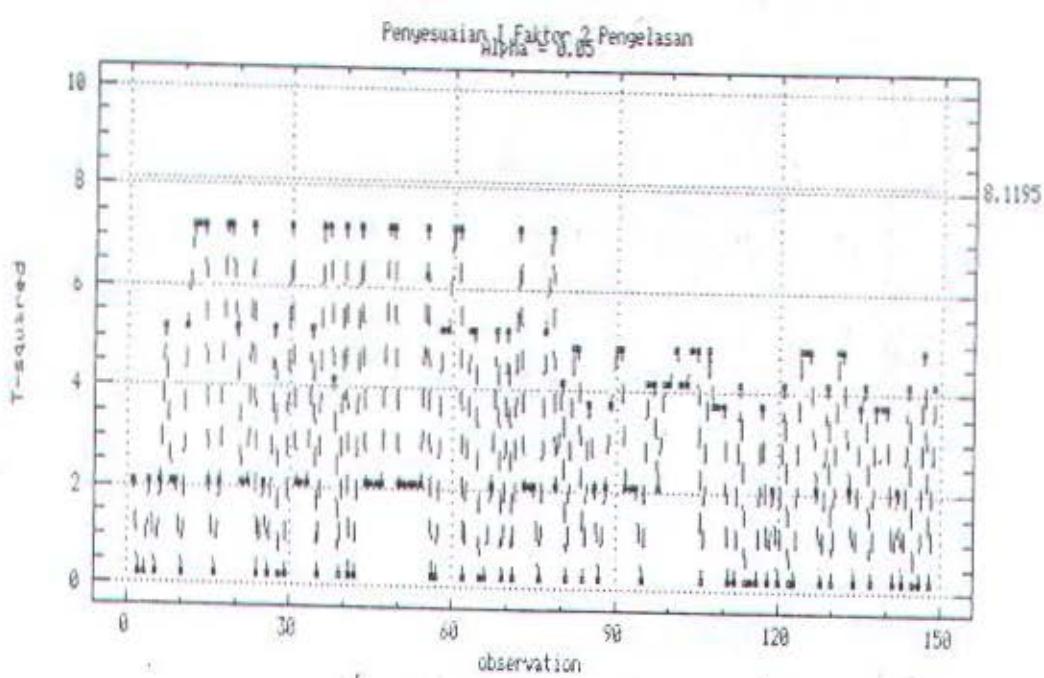
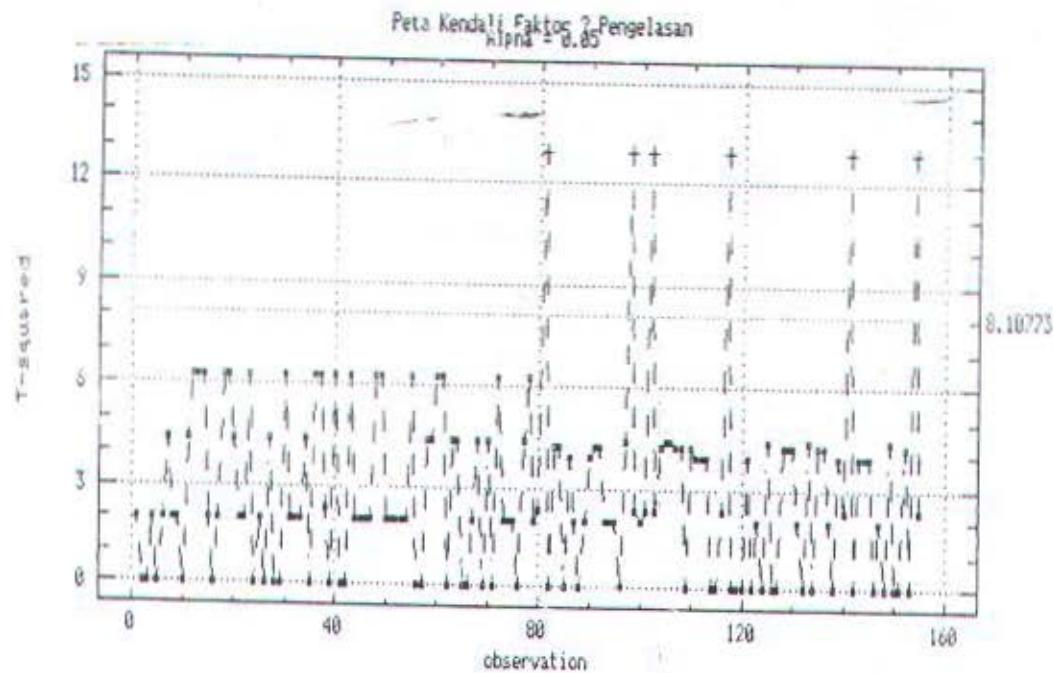
LAMPIRAN C3

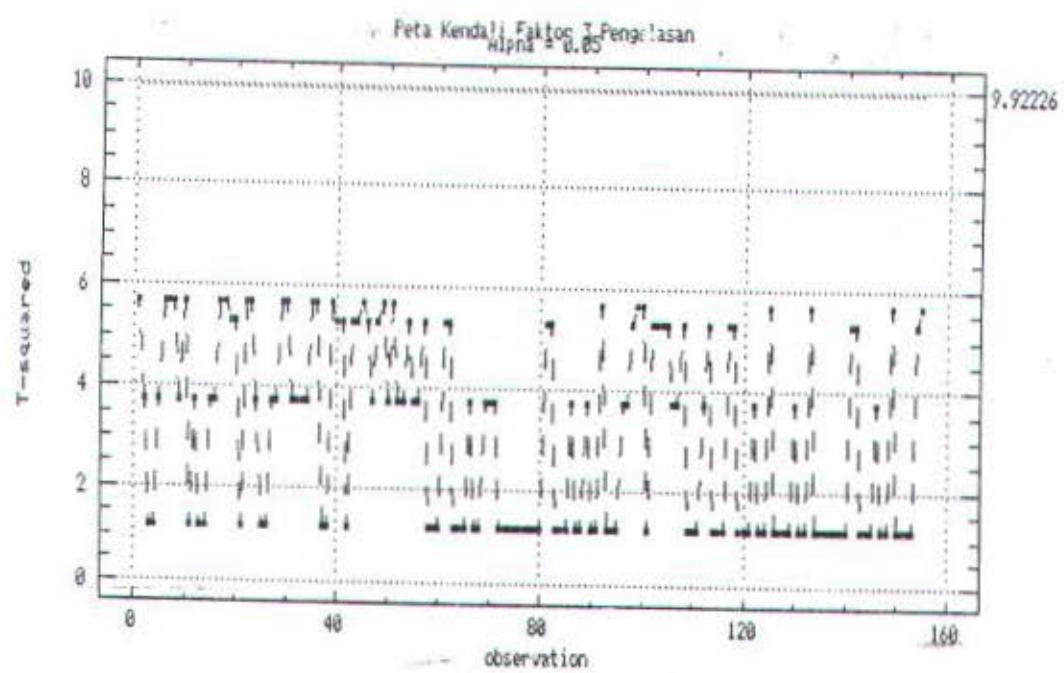


LAMPIRAN C4

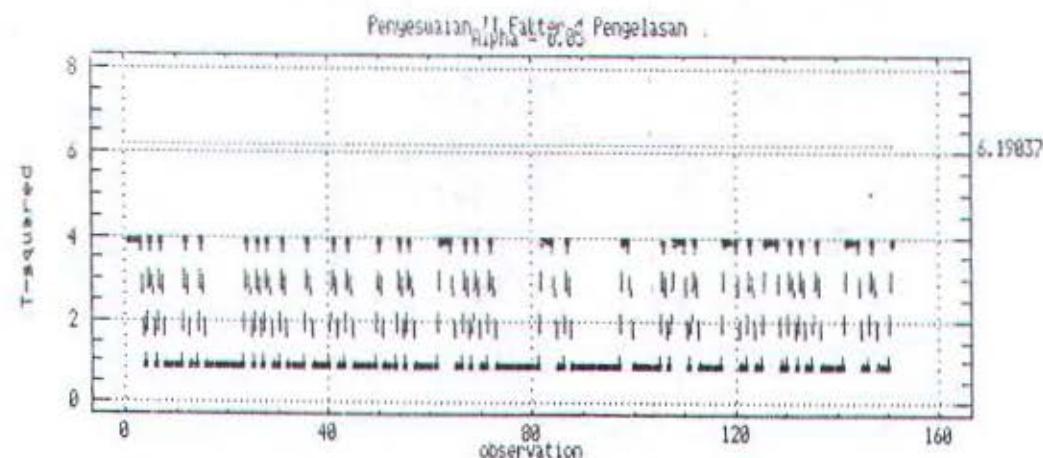
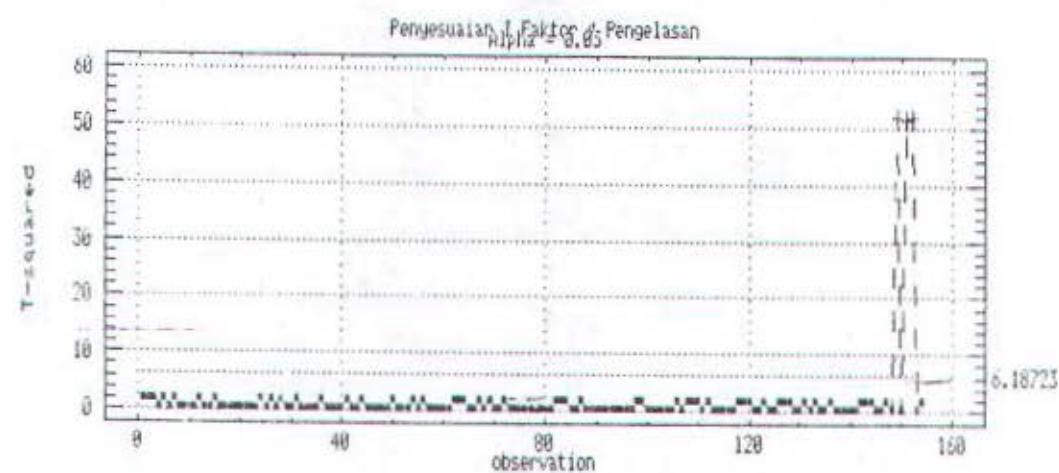
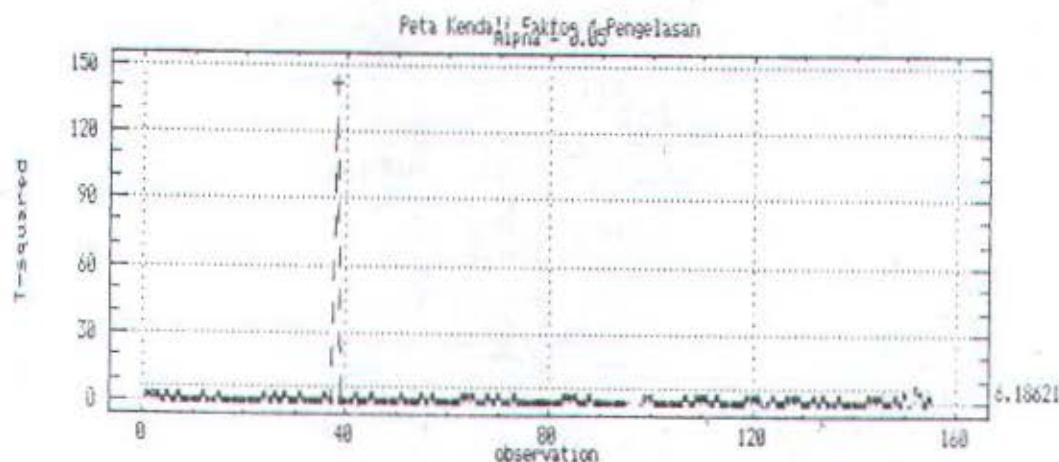


LAMPIRAN C5





LAMPIRAN C7



LAMPIRAN D 1

Kemampuan Proses Lebar Fender

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 1060	Count 148	+3.0 sigma 1061.17
Nominal 1055	* Mean 1055.73	Mean 1055.73
Lower 1050	* Sigma 1.81301	-3.0 sigma 1050.29
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .925 %	CP 0.919282
Low .000 %	Low .079 %	CR 1.08781
-----	-----	CPK 0.785117
Total .000 %	Total 1.004 %	(upper) 0.785117 (lower) 1.05345
		K 0.145946
		CPM 0.052392

* estimated parameter

Kemampuan Proses Lebar Bracket Tilt

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 739	Count 155	+3.0 sigma 740.052
Nominal 735	* Mean 734.013	Mean 734.013
Lower 731	* Sigma 2.0129	-3.0 sigma 727.974
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .661 %	CP 0.662390
Low .000 %	Low 6.722 %	CR 1.50968
-----	-----	CPK 0.498932
Total .000 %	Total 7.384 %	(upper) 0.625855 (lower) 0.498932
		K -0.246774
		CPM 0.594358

* estimated parameter

Kemampuan Proses Lebar Bkt Front Axle

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 650	Count 148	+3.0 sigma 651.448
Nominal 648	* Mean 649.054	Mean 649.054
Lower	* Sigma 0.797818	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High 11.768 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.395222
Total .000 %	Total 11.788 %	(upper) 0.395222 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Jarak Float

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 669	Count 155	+3.0 sigma 669.33
Nominal 665	* Mean 664.006	Mean 664.006
Lower 661	* Sigma 1.77463	-3.0 sigma 658.683

Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .245 %	CP 0.751331
Low .000 %	Low 4.512 %	CR 1.33097
-----	-----	CPK 0.56471
Total .000 %	Total 4.757 %	(upper) 0.937952 (lower) 0.56471
		K -0.248387
		CPM 0.655072

* estimated parameter

Kemampuan Proses Jarak V Member

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 704	Count 154	+3.0 sigma 704.756
Nominal 700	* Mean 698.175	Mean 698.175
Lower 696	* Sigma 2.19367	-3.0 sigma 691.594

Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .396 %	CP 0.607809
Low .649 %	Low 16.069 %	CR 1.64525
-----	-----	CPK 0.330545
Total .649 %	Total 16.465 %	(upper) 0.005072 (lower) 0.330545
		K -0.456169
		CPM 0.466663

* estimated parameter

Kemampuan Proses Jarak Frame

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 1050	Count 140	+3.0 sigma 1051.06
Nominal 1045	* Mean 1044.9	Mean 1044.9
Lower 1040	* Sigma 2.05284	-3.0 sigma 1038.74

Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .640 %	CP 0.011004
Low .000 %	Low .851 %	CR 1.2317
-----	-----	CPK 0.795427
Total .000 %	Total 1.499 %	(upper) 0.020341 (lower) 0.795427
		K -0.0202703
		CPM 0.810889

* estimated parameter

Kemampuan Proses Jarak Bracket Radiator

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 682	Count 155	+3.0 sigma 682.31
Nominal 680	* Mean 679.174	Mean 679.174
Lower 678	* Sigma 1.04539	-3.0 sigma 676.038
 Observed beyond spec.:		 Estimated beyond spec.:
High .000 %	High .343 %	CP 0.637722
Low .000 %	Low 13.067 %	CR 1.56008
-----	-----	CPK 0.374404
Total .000 %	Total 13.411 %	(upper) 0.901039 (lower) 0.374404
 * estimated parameter		K -0.412903 CPM 0.499777

Kemampuan Proses Jarak Bracket Mufler

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 373	Count 155	+3.0 sigma 375.948
Nominal 370	* Mean 369.8	Mean 369.8
Lower 367	* Sigma 2.04939	-3.0 sigma 363.652
 Observed beyond spec.:		 Estimated beyond spec.:
High .000 %	High 5.921 %	CP 0.48795
Low .000 %	Low 8.593 %	CR 2.04939
-----	-----	CPK 0.45542
Total .000 %	Total 14.514 %	(upper) 0.52048 (lower) 0.45542
 * estimated parameter		K -0.0666667 CPM 0.495626

Kemampuan Proses Jarak Bracket Engine

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 486	Count 140	+3.0 sigma 484.392
Nominal 480	* Mean 478.142	Mean 478.142
Lower 474	* Sigma 2.00333	-3.0 sigma 471.892
 Observed beyond spec.:		 Estimated beyond spec.:
High .000 %	High .008 %	CP 0.96
Low .000 %	Low 2.340 %	CR 1.04167
-----	-----	CPM 0.662703
Total .000 %	Total 2.340 %	(upper) 1.2573 (lower) 0.662703
 * estimated parameter		K -0.309685 CPM 0.715367

Kemampuan Proses Jarak Float (2)

Specification:		Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 769		Count 154	+3.0 sigma 768.661
Nominal 765		* Mean 765.006	Mean 765.006
Lower 761		* Sigma 1.21004	-3.0 sigma 761.352
Observed beyond spec.:		Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %		High .052 %	CP 1.09466
Low .000 %		Low .050 %	CR 0.913529
-----		-----	CPK 1.09200
Total .000 %		Total .102 %	(upper) 1.09288 (lower) 1.09643
			K 1.62338E-3
			CPM 1.09464,

* estimated parameter

Kemampuan Proses Jarak Lubang Float

Specification:		Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 933		Count 154	+3.0 sigma 934.12
Nominal 930		* Mean 930.377	Mean 930.377
Lower 927		* Sigma 1.24763	-3.0 sigma 926.634
Observed beyond spec.:		Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %		High 1.775 %	CP 0.801521
Low .000 %		Low .340 %	CR 1.24763
-----		-----	CPK 0.700897
Total .000 %		Total 2.115 %	(upper) 0.700897 (lower) 0.902145
			K 0.125541
			CPM 0.767112

* estimated parameter

LAMPIRAN D 2

Kemampuan Proses Pengelasan Skt Tilt

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 15 Nominal 12 Lower	Count 155 * Mean 12.5484 * Sigma 0.766113	+3.0 sigma 14.8467 Mean 12.5484 -3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 % Low % ----- Total .000 %	High .069 % Low % ----- Total .069 %	CP CR CPK 1.06669 (upper) 1.06669 (lower) K CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Stoering Bkl

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 11 Nominal 8 Lower	Count 153 * Mean 8.40366 * Sigma 0.501374	+3.0 sigma 9.90778 Mean 8.40366 -3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 % Low % ----- Total .000 %	High .000 % Low % ----- Total .000 %	CP CR CPK 1.67296 (upper) 1.67296 (lower) K CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Fender

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 15 Nominal 12 Lower	Count 153 * Mean 13.4641 * Sigma 1.11229	+3.0 sigma 16.8009 Mean 13.4641 -3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 % Low % ----- Total .000 %	High 8.366 % Low % ----- Total 8.366 %	CP CR CPK 0.460296 (upper) 0.460296 (lower) K CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Bkt Tilt 2

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 8	Count 153	+3.0 sigma 6.90770
Nominal 5	* Mean 5.48366	Mean 5.48366
Lower	* Sigma 0.501374	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .000 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 1.67296
Total .000 %	Total .000 %	(upper) 1.67296 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Plate

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 9	Count 155	+3.0 sigma 10.2231
Nominal 6	* Mean 7.39355	Mean 7.39355
Lower	* Sigma 0.943169	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High 4.426 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.567749
Total .000 %	Total 4.426 %	(upper) 0.567749 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Bkt Engine

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 9	Count 155	+3.0 sigma 9.32075
Nominal 6	* Mean 7.22581	Mean 7.22581
Lower	* Sigma 0.698313	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .553 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.846895
Total .000 %	Total .553 %	(upper) 0.846895 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Plate 2

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 11	Count 151	+3.0 sigma 10.0847
Nominal 8	* Mean 8.6755	Mean 8.6755
Lower	* Sigma 0.469747	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .000 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 1.64947
Total .000 %	Total .000 %	(upper) 1.64947 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Float

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 9	Count 155	+3.0 sigma 10.2231
Nominal 6	* Mean 7.39355	Mean 7.39355
Lower	* Sigma 0.943169	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High 4.426 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.567749
Total .000 %	Total 4.426 %	(upper) 0.567749 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Penggalanan Rear Support

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 13	Count 149	+3.0 sigma 13.2480
Nominal 10	* Mean 10.953	Mean 10.953
Lower	* Sigma 0.765255	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .374 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.891633
Total .000 %	Total .374 %	(upper) 0.891633 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Plate 3

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 13	Count 149	+3.0 sigma 12.9404
Nominal 10-----	* Mean 10.0872	Mean 10.0872
Lower	* Sigma 0.951051	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .110 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 1.02089
Total .000 %	Total .110 %	(upper) 1.02089 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Side Plate

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 9	Count 151	+3.0 sigma 8.08474
Nominal 6-----	* Mean 6.6755	Mean 6.6755
Lower	* Sigma 0.469747	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .000 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 1.64947
Total .000 %	Total .000 %	(upper) 1.64947 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan V Member

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 13	Count 149	+3.0 sigma 13.1835
Nominal 10-----	* Mean 10.9664	Mean 10.9664
Lower	* Sigma 0.739029	-3.0 sigma
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High .296 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.91722
Total .000 %	Total .296 %	(upper) 0.91722 (lower)
		K
		CPM

* estimated parameter

Kemampuan Proses Pengelasan Fender Atas

Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 9	Count 153	+3.0 sigma 10.8009
Nominal 6	* Mean 7.46405	Mean 7.46405
Lower	* Sigma 1.11229	-3.0 sigma

Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High 0.366 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.460296
Total .000 %	Total 0.366 %	(upper) 0.460296 (lower)

* estimated parameter

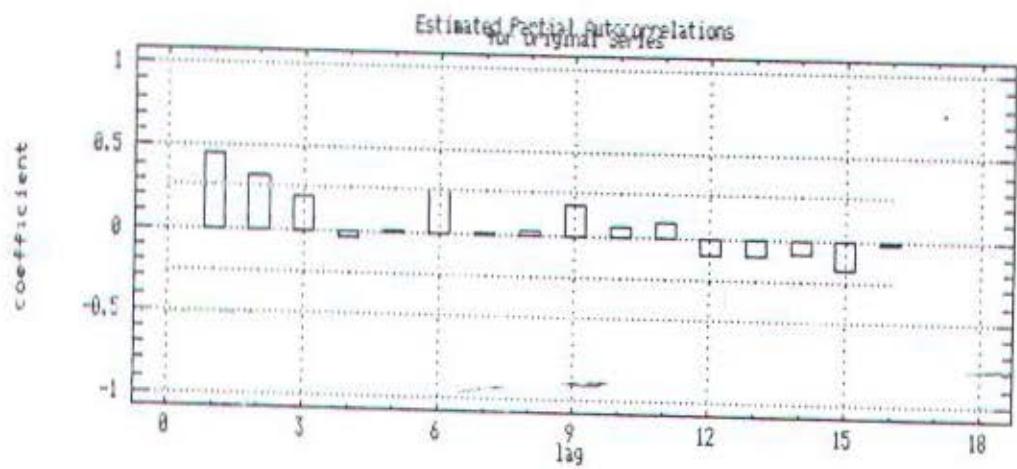
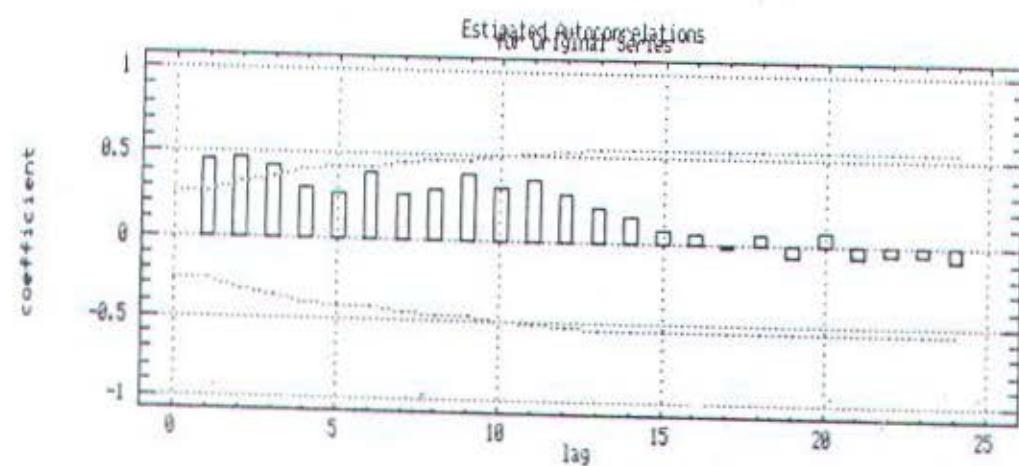
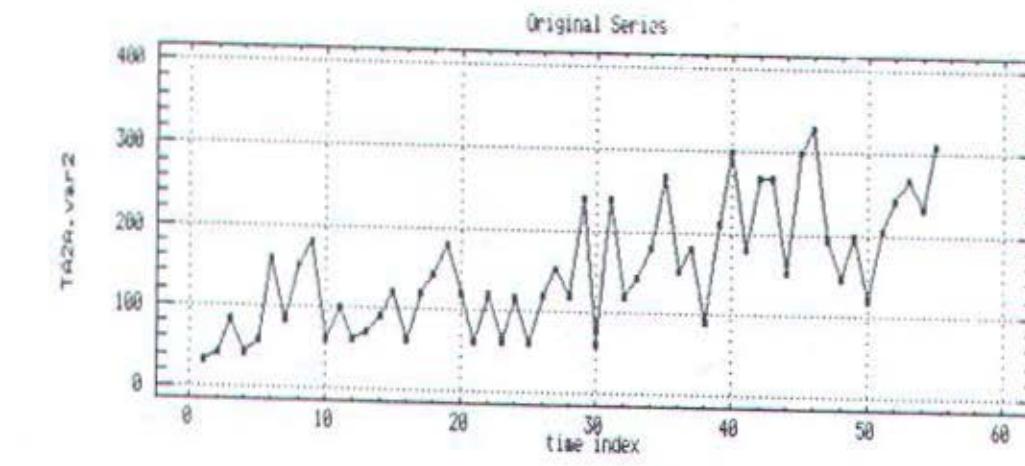
Kemampuan Proses Pengolahan Fender Bawah

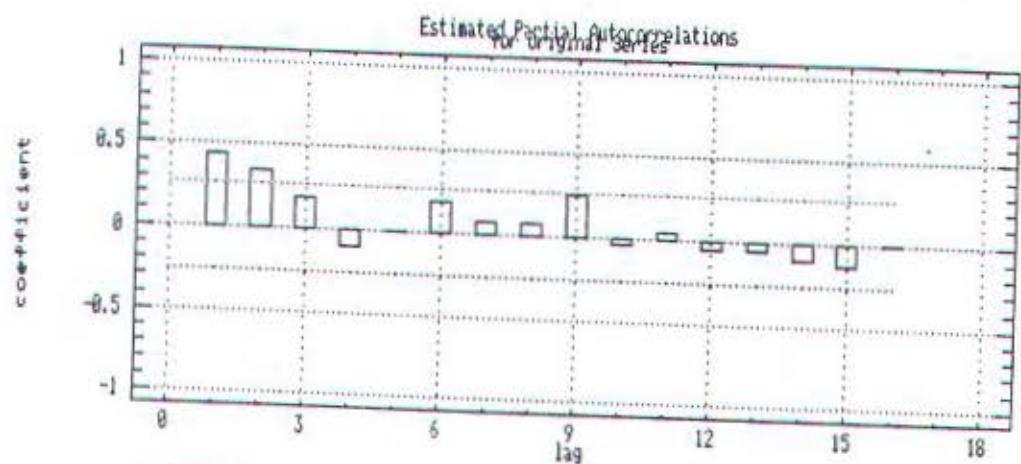
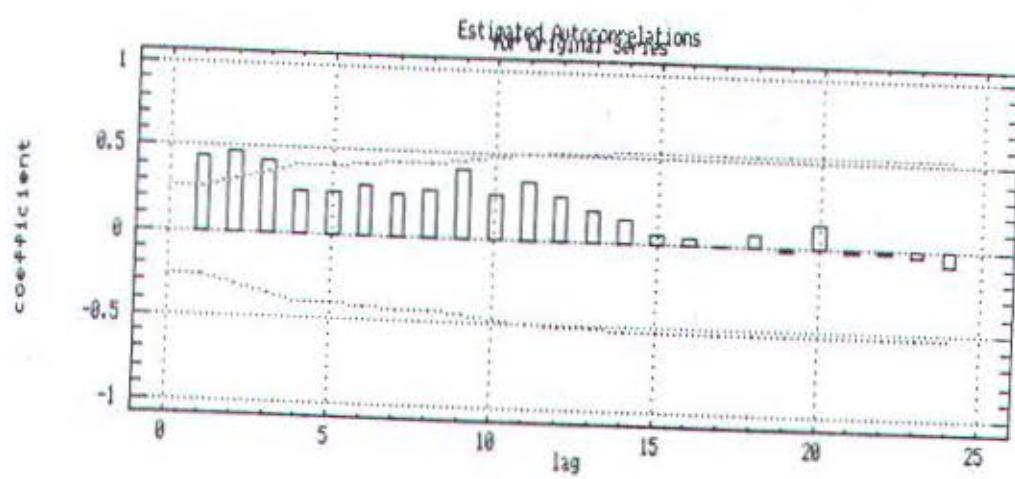
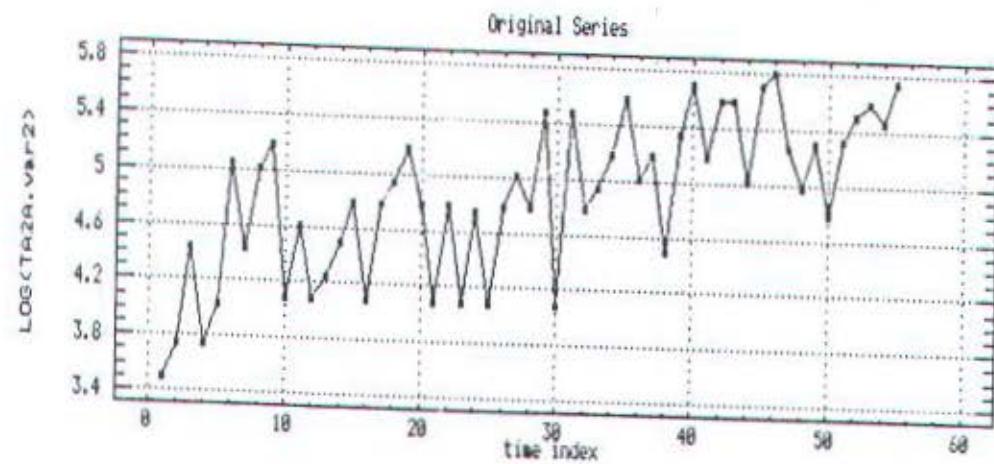
Specification:	Normal distribution:	6.0 sigma limits:
Upper 11	Count 153	+3.0 sigma 12.8009
Nominal 9	* Mean 9.46405	Mean 9.46405
Lower	* Sigma 1.11229	-3.0 sigma

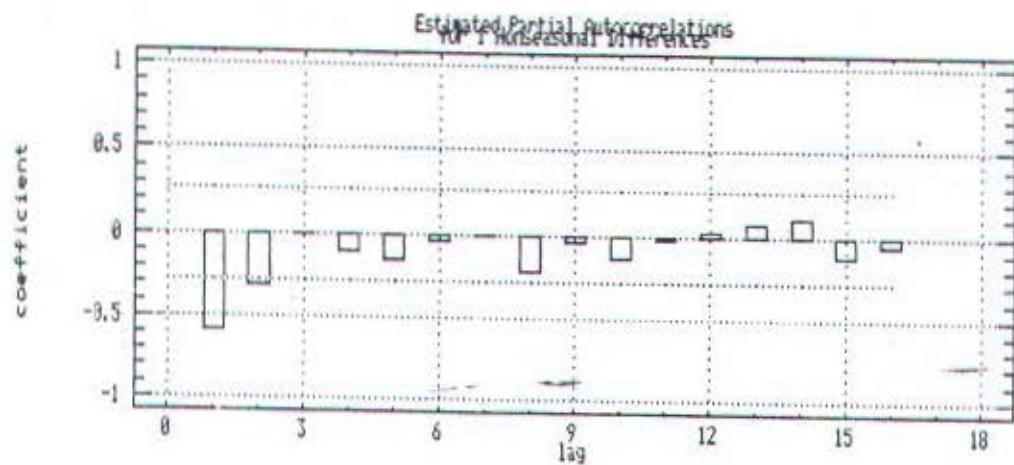
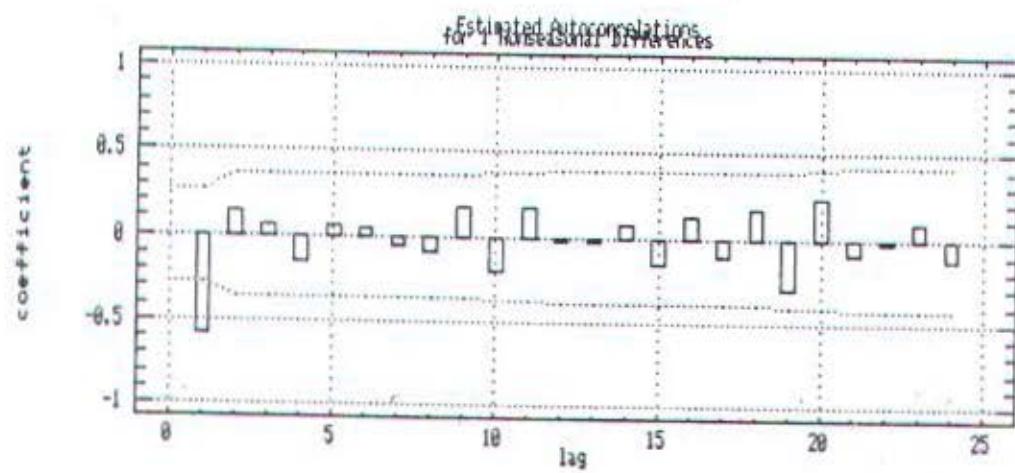
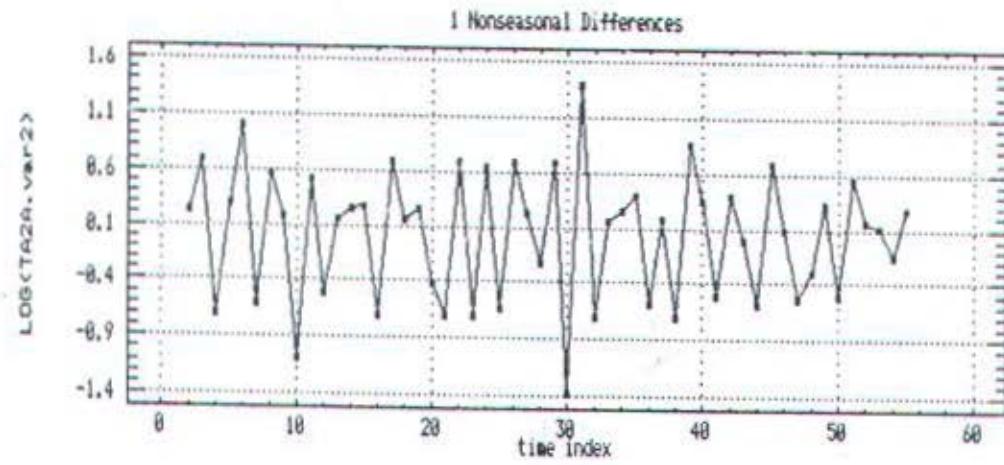
Observed beyond spec.:	Estimated beyond spec.:	Capability indices:
High .000 %	High 0.366 %	CP
Low %	Low %	CR
-----	-----	CPK 0.460296
Total .000 %	Total 0.366 %	(upper) 0.460296 (lower)

* estimated parameter

LAMPIRAN E







ARIMA (2 1 0)

Estimation begins....

Initial: RSS = 10.9824 b = -0.764587 -0.305883
Final: RSS = 10.9794 ...stopped on criterion 2

Summary of Fitted Model for: TA2A.in_data

Parameter	Estimate	Stnd.error	T-value	P-value
AR (1)	-0.75713	.13302	-5.69172	.00000
AR (2)	-0.29793	.13310	-2.23842	.02950

Model fitted to differences of order 1
Estimated white noise variance = 0.211142 with 52 degrees of freedom.
Estimated white noise standard deviation (std err) = 0.459501
Chi-square test statistic on first 20 residual autocorrelations = 10.9352
with probability of a larger value given white noise = 0.897085
Backforecasting: no Number of iterations performed: 1

ARIMA (0 1 1)

Estimation begins....

Initial: RSS = 11.5246 b = 0.585494
Iteration 1: RSS = 11.3924 b = 0.655006
Final: RSS = 11.3005 ...stopped on criterion 2

Summary of Fitted Model for: TA2A.in_data

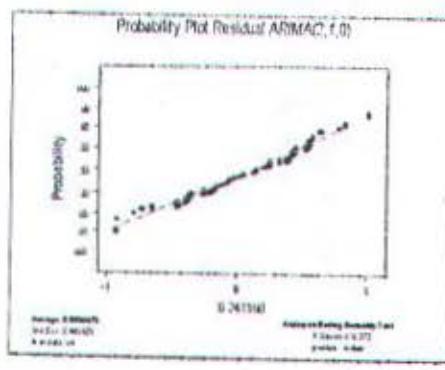
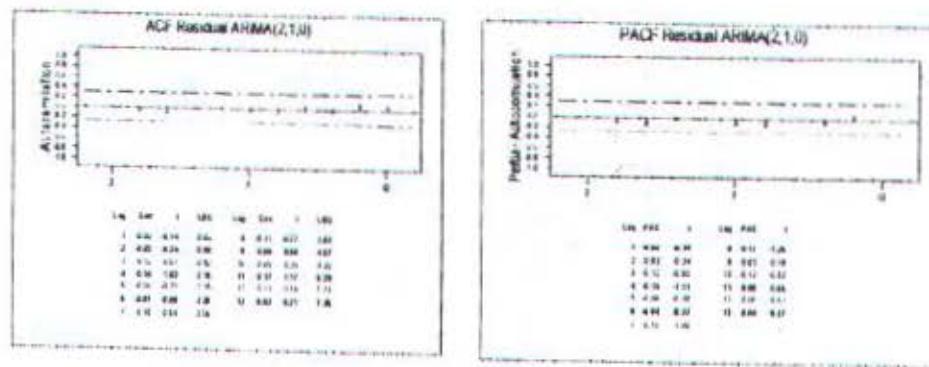
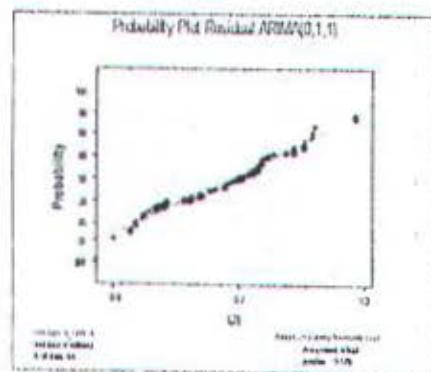
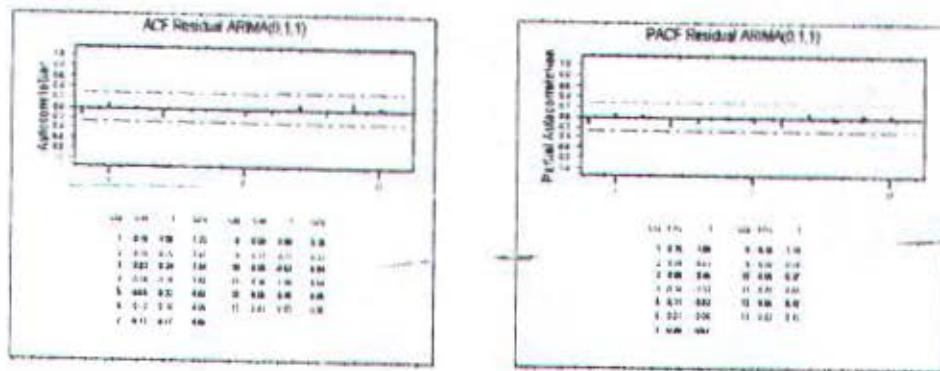
Parameter	Estimate	Stnd.error	T-value	P-value
MA (1)	.66665	.10564	6.31060	.00000

Model fitted to differences of order 1
Estimated white noise variance = 0.214878 with 53 degrees of freedom.
Estimated white noise standard deviation (std err) = 0.463549
Chi-square test statistic on first 20 residual autocorrelations = 14.2685
with probability of a larger value given white noise = 0.767819
Backforecasting: no Number of iterations performed: 2

Forecasting Model ARIMA (2,1,0)

Variable: AR.FORECASTS (length = 6 3)

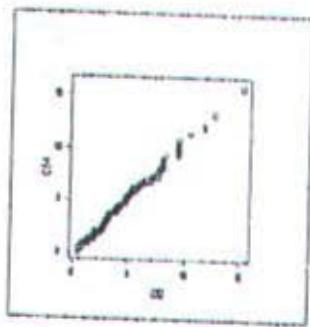
Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
(1,1) 5.56626	(1,2) 4.644	(1,3) 6.48853
(2,1) 5.61142	(2,2) 4.66234	(2,3) 6.56049
(3,1) 5.62797	(3,2) 4.56536	(3,3) 6.69058
(4,1) 5.60198	(4,2) 4.43029	(4,3) 6.77368
(5,1) 5.61673	(5,2) 4.37665	(5,3) 6.8568
(6,1) 5.61331	(6,2) 4.28796	(6,3) 6.93865



Lampiran F

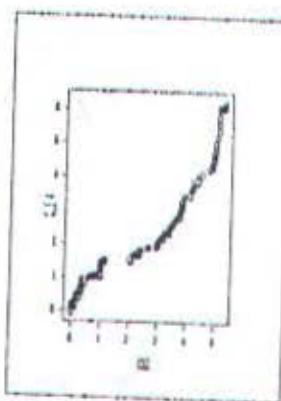
Data D^2 , Faktor 1 jarak

0.5180	0.5180	0.5180	0.7960	0.7960	0.7960	0.7960	0.7960
0.7960	0.7960	0.8358	0.8358	1.1680	1.3380	1.3380	1.3380
1.3740	1.3740	1.3740	1.3740	1.3740	1.3740	1.3740	1.3740
1.6577	1.6577	1.9193	1.9193	1.9371	1.9593	1.9593	1.9593
1.9593	1.9593	1.9593	1.9593	1.9593	1.9593	1.9593	1.9593
2.0050	2.0050	2.0900	2.3946	2.5494	2.5636	2.5636	2.5636
2.5636	2.5636	2.5636	2.5636	2.7058	2.7058	2.7058	2.7058
2.7058	2.7058	2.7058	2.7058	2.7554	2.7554	2.7554	2.7554
2.7554	2.7554	2.8721	2.8721	2.8727	2.8727	2.8727	2.8822
2.8822	2.8822	2.8822	2.8822	2.8822	2.8822	2.8822	2.8822
2.8822	3.0917	3.0917	3.1331	3.1452	3.1552	3.1891	3.1891
3.1891	3.2544	3.2712	3.2745	3.2855	3.2981	3.2992	3.2992
3.3313	3.3325	3.7292	3.7292	3.7292	3.7292	3.7292	3.7292
3.8295	3.8295	3.8766	3.9589	3.9589	3.9589	4.0686	4.0686
4.1080	4.2098	4.3232	4.3232	4.5712	4.5770	4.6599	4.6599
4.6599	4.6599	4.7171	4.7171	4.7710	4.7710	4.8186	4.8186
4.8186	4.8186	4.8980	4.8980	4.8900	4.9784	5.1522	5.1522
5.1960	5.1960	5.2232	5.3129	5.3129	5.5243	5.6099	5.6099
5.7055	5.8138	5.9069	6.0270	6.2487	6.2943	6.3619	6.3619
6.5031	6.9413	7.1391	7.1391	7.5791	7.6872	7.7562	7.7562
7.7562	7.8145	8.0394	8.0394	8.0394	8.0394	8.3139	8.3139
9.3695	9.3727	9.3727	9.4184	10.4599	11.7541	12.5997	12.5997
15.1494							



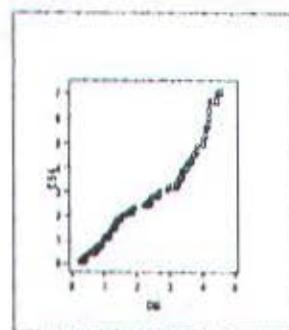
Data D^2 , Faktor 2 jarak

0.00010	0.00010	0.00010	0.00011	0.00011	0.00011	0.00011	0.00013
0.00013	0.00014	0.00015	0.00015	0.00016	0.00017	0.00017	0.02540
0.02687	0.02870	0.02980	0.12150	0.12450	0.12510	0.12640	
0.13150	0.13540	0.13560	0.13640	0.13648	0.13726	0.13789	
0.14510	0.14654	0.14678	0.14689	0.14745	0.25430	0.25518	
0.25528	0.25538	0.28542	0.32756	0.32756	0.33181	0.33181	
0.33181	0.33182	0.33185	0.33205	0.33206	0.33312	0.33326	
0.33335	0.33339	0.33341	0.33342	0.33351	0.33358	0.33481	
0.45670	0.57450	0.57950	0.61250	0.62358	0.75421	0.79684	
0.61456	0.98542	0.99125	0.99253	0.99325	0.99412	0.99521	
0.99523	0.99531	0.99564	0.99559	0.99682	0.99854	1.00012	
1.00110	1.05680	1.08700	1.12540	1.15089	1.25111	1.25025	
1.28569	1.32271	2.28258	2.28258	2.28258	2.28258	2.28258	
2.28258	2.28258	2.28258	2.28258	2.28258	2.28258	2.28258	
2.28258	2.28258	2.28944	2.28944	2.28944	2.28944	2.28944	
2.28944	2.28944	2.28944	2.28944	2.28944	2.28944	2.28944	
2.28944	2.34189	2.34189	2.34189	2.34189	2.34189	2.34189	
2.34189	2.34189	2.34189	2.34189	2.34189	2.34189	2.34189	
2.34189	2.34189	2.34451	2.34451	2.34451	2.34451	2.34451	
2.34451	2.34451	2.34451	2.34451	2.34451	2.34451	2.34451	
2.34451	2.34451	2.93489	2.93489	2.93489	2.93489	2.93489	
2.95550	2.96005	2.96005	2.96005	2.96005	2.97279	2.97279	
2.97279	2.97279	2.97279	2.97279	2.97279	2.97279	2.97279	
2.97279	2.97279	2.97279	2.97279	2.99844	2.99844	2.99844	
3.00632	3.00632	4.28073	4.28073	5.26507	5.26507	5.26507	
5.26507	5.26507	5.26507	5.26507	5.26507	5.26507	5.26507	
5.26507							

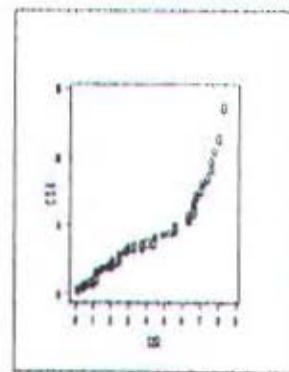


Data D³, Faktor 3 jarak

0.21662	0.24234	0.27641	0.27770	0.27844	0.27948	0.28011
0.30878	0.31630	0.31790	0.35062	0.35611	0.35640	0.36500
0.38446	0.39169	0.39929	0.40371	0.40401	0.42699	0.45616
0.46210	0.48079	0.49234	0.51308	0.53280	0.54231	0.55089
0.58733	0.60519	0.61672	0.61941	0.64181	0.64916	0.65262
0.66415	0.68138	0.68851	0.69607	0.70310	0.75807	0.76001
0.76654	0.80861	0.82158	0.82635	0.84554	0.84617	0.89046
0.90886	0.91052	0.91058	0.92783	0.93516	0.93518	0.94022
0.95047	0.95992	0.96133	0.97210	0.97576	0.97765	0.99669
1.01730	1.02351	1.02488	1.02898	1.05917	1.06131	1.06384
1.08500	1.12690	1.14084	1.15366	1.17427	1.18609	1.19587
1.21079	1.21215	1.22918	1.24992	1.25279	1.25333	1.26201
1.28635	1.29452	1.31077	1.33447	1.34139	1.34982	1.35521
1.36363	1.37996	1.40756	1.47428	1.49010	1.52802	1.54191
1.56455	1.67051	1.68941	1.71584	1.72712	1.76893	1.81112
1.86337	1.87137	1.94728	2.20891	2.24147	2.28894	2.30933
2.36885	2.40961	2.41189	2.47319	2.48159	2.60242	2.65259
2.67265	2.69088	2.92379	2.96211	2.98943	3.08797	3.19139
3.27706	3.28314	3.28341	3.30650	3.37292	3.38483	3.39087
3.44249	3.51022	3.56209	3.63168	3.68772	3.73146	3.74994
3.82416	3.84884	4.02103	4.03191	4.11012	4.11377	4.16851
4.19202	4.21566	4.23707	4.31723	4.45013	4.45976	4.52886
4.57412						

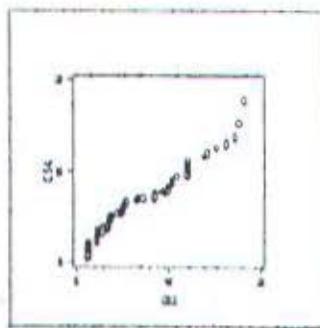
Data D⁴, Faktor 4 Jarak

1.18275	1.18275	0.72594	1.98002	0.12624	6.36907	4.03650
4.48197	4.48197	0.58298	1.46780	2.45168	2.07164	6.38741
2.45168	2.27799	1.01047	2.98483	5.57960	0.58298	1.18275
1.18275	0.72594	0.12624	6.36907	1.18275	2.08456	2.45168
2.85407	4.87099	1.92394	1.00483	1.41646	0.58298	2.08456
2.45168	2.07164	6.38741	2.27799	5.57960	0.43067	1.18275
7.77870	0.43067	1.94804	2.45168	8.29769	1.18776	1.18776
7.42221	1.30465	4.90042	5.60621	6.77148	6.77148	7.04688
1.77405	2.27799	1.01047	5.52034	5.57960	0.43067	1.18275
1.18275	3.72984	0.12624	6.62376	1.18275	1.46780	1.82106
2.85407	6.38741	1.18776	2.89084	7.64857	0.43067	1.00483
0.43067	2.74999	2.98483	5.57960	0.43067	1.92818	1.18275
0.72594	0.12624	6.62376	1.18275	1.46780	2.45168	2.85407
6.38741	1.92394	4.48197	4.48197	0.58298	2.08456	3.12073
3.79296	6.68217	1.92018	7.16928	7.64427	6.65236	5.30012
0.04716	3.32413	0.43067	1.92018	1.18275	3.72984	4.42004
6.77148	2.27799	1.01047	2.98483	5.57960	0.43067	1.92818
1.18275	3.72984	4.42004	6.62376	1.18275	1.46780	2.45168
1.18275	1.18275	0.72594	0.12624	6.62376	1.18275	1.00483
2.45168	2.85407	6.38741	2.45168	2.27799	1.01047	5.52034
5.57960	0.43067	1.92818	1.18275	3.72984	4.42004	6.62376
1.18275	1.46780	2.45168	2.05407	1.16710	7.11076	1.53805
5.02960						

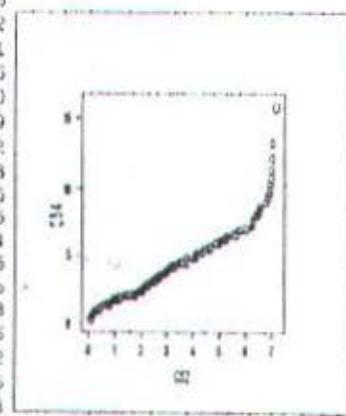


Data D¹; Faktor 1 Pengelasan

1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702
1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702
1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702	1.2702
1.2702	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077
2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077
2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077	2.1077
2.2704	2.2704	2.2704	2.2704	2.2704	2.2704	2.2704
2.2704	2.2704	2.2704	2.2704	2.2704	2.2704	2.2704
2.7531	2.7531	2.7531	2.7531	2.7531	2.7531	2.7531
3.2697	3.2697	3.2697	3.2697	3.3647	3.3647	3.3647
3.3647	3.3647	3.3647	3.3647	3.5235	3.5235	3.5235
3.5235	3.5235	3.5235	3.5235	3.5235	3.5235	3.5235
3.5235	3.5235	3.5235	3.5235	3.6434	3.6434	3.6434
3.9929	4.3391	4.3391	4.3391	4.3391	4.6742	4.6742
4.6742	4.6742	4.8305	4.8305	4.9032	4.9032	4.9032
4.9032	4.9032	5.1477	5.1477	5.1477	5.1477	5.1477
5.1477	5.1477	5.1477	5.3461	5.3461	6.4890	6.4890
6.6859	7.1237	7.1237	8.4224	8.4224	8.4224	8.4224
8.6679	8.6679	9.3765	9.6205	9.9483	9.9687	9.9687
10.2126	10.3920	10.3920	10.3920	10.3920	10.3920	10.9116
10.9116	11.9662	12.0509	12.0509	12.0509	12.0509	12.0509
12.0509	13.8071	14.1592	15.2451	16.2587	17.2580	17.5890
18.1592						

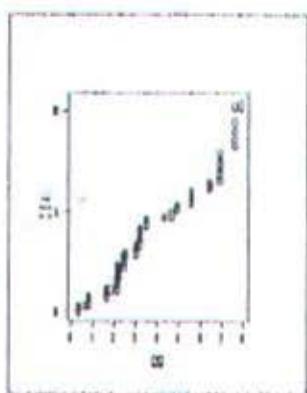
Data D²; Faktor 2 pengelasan

0.07389	0.08130	0.08400	0.09400	0.12631	0.14284	0.17590
0.18980	0.18994	0.23613	0.27486	0.37541	0.38934	0.40354
0.40884	0.40929	0.48310	0.57369	0.58146	0.63166	0.63686
0.66673	0.69531	0.80627	0.82197	0.82607	0.91457	0.92122
0.92411	0.98314	1.01546	1.06845	1.09000	1.10720	1.14971
1.15041	1.18802	1.35022	1.35238	1.38031	1.44267	1.49046
1.54666	1.70915	1.80730	1.81586	1.88203	1.88773	1.92450
1.97841	2.01849	2.04617	2.04719	2.06238	2.06289	2.07109
2.07871	2.09548	2.11444	2.11832	2.20203	2.21806	2.22092
2.22691	2.25617	2.25713	2.29217	2.32703	2.40499	2.44853
2.45409	2.46434	2.82179	2.53121	2.58991	2.61037	2.64175
2.64375	2.65005	2.66664	2.67913	2.70630	2.79673	2.91186
2.94925	2.95151	2.96549	2.98161	2.98221	3.01211	3.01224
3.06992	3.09792	3.10598	3.11004	3.17024	3.27959	3.29475
3.39859	3.45319	3.47742	3.58204	3.58400	3.60982	3.70845
3.71132	3.73768	3.95280	4.05806	4.08011	4.08156	4.13403
4.15967	4.31582	4.35866	4.37297	4.45739	4.46438	4.58376
4.62111	4.63335	4.77365	4.83400	4.89246	5.01717	5.05252
5.14892	5.20840	5.23112	5.44346	5.57429	5.59974	5.72655
5.78522	6.02753	6.10810	6.27103	6.27256	6.27606	6.36008
6.36021	6.39509	6.47816	6.54060	6.56246	6.75693	6.84259
6.85309	6.92111	6.95609	6.97960	6.97989	7.02502	7.05190
7.12397						



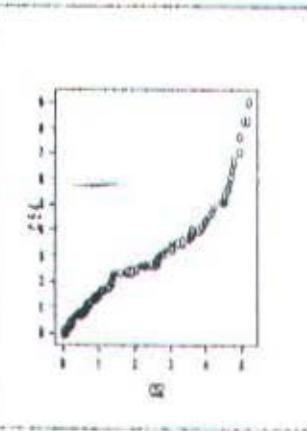
Data D2j Faktor 3 pengelasan

0.34776	0.34776	0.34776	0.34776	0.62503	0.80978	0.80978
0.60978	0.60978	0.60978	0.60978	0.60978	0.60978	0.60978
0.80978	0.80978	0.80978	0.80978	0.80978	0.80978	0.80978
0.80978	0.80978	1.63159	1.63159	1.63159	1.63159	1.63159
1.63159	1.63159	1.63159	1.63159	1.63159	1.63159	1.63159
1.81666	2.12112	2.12112	2.12112	2.12112	2.12112	2.12112
2.12112	2.12112	2.12112	2.12112	2.12112	2.12112	2.12112
2.12112	2.12112	2.12112	2.12112	2.13700	2.13700	2.13700
2.13700	2.13700	2.10492	2.10492	2.10492	2.10492	2.10492
2.10492	2.10492	2.18492	2.18492	2.18492	2.18492	2.18492
2.20331	2.20331	2.20331	2.20331	2.20331	2.20331	2.20331
2.25074	2.25989	2.27547	2.20754	2.30154	2.32548	2.46583
2.46583	2.46583	2.46583	2.52859	2.52859	2.52859	2.52859
2.52859	3.01767	3.01767	3.01767	3.01767	3.01767	3.01767
3.01767	3.08668	3.08668	3.08668	3.08668	3.19425	3.19425
3.19425	3.19425	3.19425	3.19425	3.19425	3.19425	3.19425
3.19425	3.19425	3.19425	3.19425	3.19425	3.47207	3.47207
3.47207	3.47207	3.49127	3.49127	3.49127	4.29904	4.29904
4.65862	4.65862	4.90336	4.90336	4.90336	4.90336	5.60210
5.60210	5.60210	5.60210	5.60210	5.60210	6.42172	6.42172
6.42172	6.89273	6.89273	6.89273	6.89273	6.89273	6.89273
6.89273	7.54983	7.54983	7.54983	7.54983	7.54983	7.84750
7.84750						



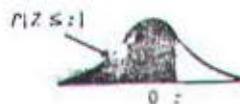
Data D2j Faktor 4 pengelasan

0.02733	0.03048	0.03192	0.03513	0.05134	0.05368	0.05830
0.07364	0.07959	0.08164	0.12470	0.15432	0.14157	0.15448
0.15543	0.16204	0.17429	0.17915	0.19041	0.19058	0.19891
0.20163	0.20378	0.20819	0.21085	0.22816	0.23712	0.25148
0.25571	0.25966	0.27271	0.27274	0.28830	0.29815	0.30518
0.31398	0.33384	0.34032	0.35912	0.36361	0.38641	0.39519
0.41002	0.43101	0.43613	0.43672	0.46188	0.50899	0.55565
0.55697	-0.57192	0.58030	0.58608	0.58933	0.60922	0.60960
0.61685	0.61888	0.62497	0.63409	0.64261	0.64856	0.67812
0.68122	0.68762	0.74151	0.75785	0.79580	0.79659	0.82591
0.83167	0.85074	0.85358	0.85623	0.90296	0.90717	0.90779
0.92235	0.93452	0.94752	1.01602	1.01620	1.04339	1.06763
1.07427	1.10690	1.17450	1.18827	1.27125	1.27346	1.28270
1.28387	1.33469	1.33644	1.35530	1.36006	1.36347	1.37749
1.37969	1.37979	1.38241	1.38391	1.40663	1.41949	1.45690
1.59250	1.78025	1.82294	1.92517	2.07709	2.16781	2.25270
2.32725	2.48188	2.58318	2.59033	2.63605	2.66245	2.66749
2.70921	2.71539	2.81540	2.86796	2.98759	3.02763	3.05363
3.06367	3.22003	3.33933	3.51942	3.52327	3.56895	3.59071
3.59894	3.78922	3.88221	3.94787	3.98407	4.06020	4.16953
4.17123	4.20172	4.43466	4.51354	4.52528	4.62382	4.67272
4.69490	4.71129	4.80015	4.94257	4.94308	5.06109	5.15085
5.18879						



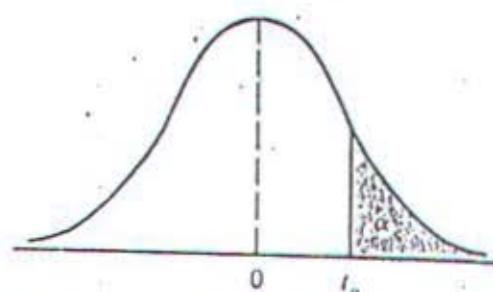
Tabel Distribusi Normal

TABLE 1 STANDARD NORMAL PROBABILITIES



<i>z</i>	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7703	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998
3.5	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998

Tabel Distribusi Student - t



Tabel / Nilai kritis distribusi t

ν	α				
	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	3,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
inf.	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

† Dari Tabel 4 R. A. Fisher, *Statistical Methods for Research Workers*, diterbitkan oleh Oliver & Boyd, Edinburgh, seizin pengarang dan penerbit.