

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Pengumpulan Data

Data yang diambil berupa data karakteristik item spare part baik spare part mekanik maupun elektrik. Data diambil dari salah satu jalur produksi terbesar di salah satu industri semen.

Karakteristik item spare part yang diambil sebagai data adalah *annual consumption*, *replacement time allowance*, *availability (lead time)*, *replacement period*, dan *supplier reliability*.

3.1.1 *Annual Consumption*

Data *annual consumption* adalah non-nominal (numerical) data dengan definisi data yaitu jumlah rupiah konsumsi spare part selama setahun.

3.1.2 *Replacement Time Allowance*

Replacement time allowance adalah jeda waktu yang diperbolehkan untuk team maintenance melakukan perbaikan jika suatu spare part mengalami gangguan/kerusakan. Data ini berbentuk nominal dengan 5 kategori yaitu:

1. Harus segera diperbaiki (*immediate*)
2. Harus diperbaiki paling lambat 1 hari (*less than 1 day*)
3. Harus diperbaiki paling lambat 1 minggu (*less than 1 week*)
4. Harus diperbaiki paling lambat 4 minggu (*less than 4 weeks*)
5. Boleh tidak segera diperbaiki, tidak menyebabkan mesin berhenti total (*won't stop at all*)

3.1.3 *Availability (Lead Time)*

Availability adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan pemesanan spare part sampai tiba di areal pabrik. Data ini berbentuk nominal dengan 4 kategori yaitu:

1. Lama pemesanan lebih dari atau sama dengan 3 bulan
2. Lama pemesanan antara 1 -3 bulan
3. Lama pemesanan kurang dari 1 bulan
4. Lama pemesanan kurang dari 1 minggu

3.1.4 *Replacement Period*

Replacement period adalah selang waktu rata-rata sampai dengan alat tersebut mengharuskan dilakukan penggantian jika mengalami kerusakan dihitung dari saat mulai dipasang baru. Data ini berbentuk nominal dengan 3 kategori yaitu:

1. Waktu penggantian kurang dari 2 tahun
2. Waktu penggantian antara 2 – 5 tahun
3. Waktu penggantian lebih dari 5 tahun

3.1.5 *Supplier Reliability*

Supplier reliability adalah tingkat kepastian adanya supplier untuk menyediakan spare part tersebut. Data ini berbentuk nominal dengan 3 kategori yaitu:

1. *Supplier* tidak dapat diandalkan
2. Keandalan *supplier* masih diragukan
3. *Supplier* sangat dapat diandalkan bahkan untuk jangka panjang

Jumlah item spare part yang digunakan sebagai data adalah 225 item meliputi spare part untuk maintenance peralatan mekanik dan juga peralatan elektrik. Data selengkapnya disajikan pada lampiran terpisah.

3.2 Penentuan kelas inventory ABC

Berdasarkan data *annual consumption* dari spare part, ditentukan kelas ABC dari setiap item berdasarkan prinsip pareto. Dari 225 item spare part yang ada diperoleh 7 item kelas A, 16 item kelas B, dan sisanya 202 item kelas C.

Untuk mengetahui detail item mana saja yang tergolong ke setiap kelas dapat dilihat pada lampiran terpisah.

3.3 Melakukan analisa kluster pada item spare part

3.3.1 Uji Multikolinearitas

Salah satu unsur penting yang harus diuji sebelum melakukan analisa kluster adalah memastikan bahwa tidak ada korelasi antar variable yang digunakan dalam membentuk kluster. Untuk itu dilakukan uji multikolinearitas.

Hasil uji menggunakan SPSS menunjukkan hasil berikut.

Tabel 3.1 Korelasi Antar Variabel

| | | Replacement Time Allowance | Availability (lead time) | Replacement Period (Year) | Supplier Reliability |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| Replacement Time Allowance | Pearson Correlation | 1.000 | -.335** | -.191** | -.149* |
| | Sig. (2-tailed) | | .000 | .004 | .025 |
| | N | 225.000 | 225 | 225 | 225 |
| Availability (lead time) | Pearson Correlation | | 1.000 | -.134* | .342** |
| | Sig. (2-tailed) | | | .045 | .000 |
| | N | | 225.000 | 225 | 225 |
| Replacement Period (Year) | Pearson Correlation | | | 1.000 | -.098 |
| | Sig. (2-tailed) | | | | .144 |
| | N | | | 225.000 | 225 |
| Supplier Reliability | Pearson Correlation | | | | 1.000 |
| | Sig. (2-tailed) | | | | |
| | N | | | | 225.000 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Dari tabel dapat terlihat bahwa variabel *replacement time allowance* cukup signifikan korelasinya dengan ketiga variabel lainnya. Maka, untuk bisa mendapatkan hasil analisa kluster yang cukup baik, variabel *replacement time allowance* tidak akan diikutkan dalam melakukan analisa kluster.

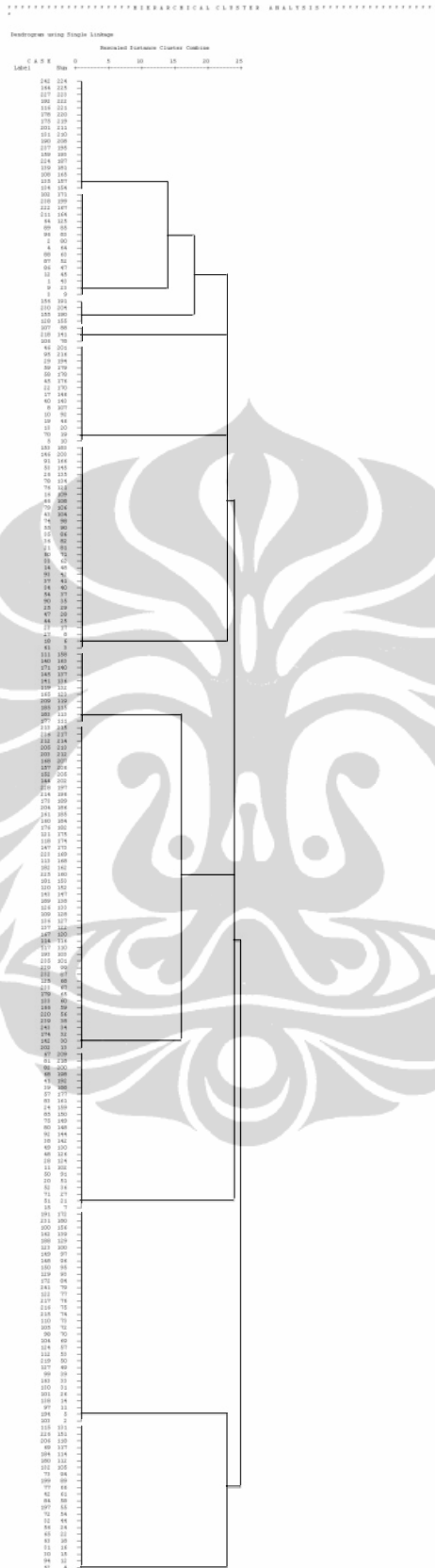
3.3.2 Analisa Kluster

Dengan mengeliminasi variabel *replacement time allowance* maka analisa kluster akan dilakukan menggunakan tiga variabel yang tersisa yaitu: *availability*, *replacement period*, dan *supplier reliability*.

Dengan melakukan analisa kluster jenis hierarchical method, dan menggunakan metode *chi-squared distance* karena jenis variabel yang sifatnya nominal diperoleh *agglomeration schedule* dan *dendogram* sebagai berikut.

Tabel 3.2 *Agglomeration Schedule*

| Stage | Cluster Combined | | Coefficient | Stage Cluster First Appears | | Next Stage |
|-------|------------------|-----------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|
| | Cluster 1 | Cluster 2 | | Cluster 1 | Cluster 2 | |
| 1 | 224 | 225 | .000 | 0 | 0 | 2 |
| 2 | 223 | 224 | .000 | 0 | 1 | 3 |
| 3 | 222 | 223 | .000 | 0 | 2 | 4 |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| . | | | | | | |
| dst | | | | | | |
| 212 | 3 | 6 | .000 | 0 | 211 | 221 |
| 213 | 2 | 5 | .000 | 0 | 210 | 220 |
| 214 | 1 | 4 | .000 | 0 | 209 | 220 |
| 215 | 9 | 154 | .208 | 199 | 69 | 217 |
| 216 | 13 | 111 | .229 | 192 | 111 | 222 |
| 217 | 9 | 155 | .262 | 215 | 36 | 218 |
| 218 | 9 | 78 | .332 | 217 | 135 | 219 |
| 219 | 9 | 10 | .332 | 218 | 203 | 221 |
| 220 | 1 | 2 | .332 | 214 | 213 | 224 |
| 221 | 3 | 9 | .342 | 212 | 219 | 222 |
| 222 | 3 | 13 | .352 | 221 | 216 | 223 |
| 223 | 3 | 7 | .352 | 222 | 201 | 224 |
| 224 | 1 | 3 | .373 | 220 | 223 | 0 |



Gambar 3.1 Dendrogram Hasil *Hierarchical Cluster Analysis*

3.3.3 Uji ANOVA

Untuk lebih mengetahui signifikansi perbedaan nilai antar variabel untuk setiap kluster yang terbentuk, dilakukan uji ANOVA dengan hasil pada tabel berikut.

Tabel 3.3 Statistik Deskriptif untuk Tiga Kluster yang Terbentuk

| Variable | Cluster | N | Mean | Std. Deviation |
|---------------------------|---------|-----|------|----------------|
| Availability (lead time) | 1 | 55 | 2.00 | .000 |
| | 2 | 146 | 1.66 | .474 |
| | 3 | 24 | 2.00 | .000 |
| | Total | 225 | 1.78 | .414 |
| Replacement Period (Year) | 1 | 55 | 1.00 | .000 |
| | 2 | 146 | 2.17 | .543 |
| | 3 | 24 | 3.00 | .000 |
| | Total | 225 | 1.97 | .750 |
| Supplier Reliability | 1 | 55 | 2.58 | .498 |
| | 2 | 146 | 2.50 | .502 |
| | 3 | 24 | 2.00 | .000 |
| | Total | 225 | 2.47 | .500 |

Tabel 3.4 Uji ANOVA untuk Tiga Kluster yang Terbentuk

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---------------------------|----------------|----------------|-----|-------------|---------|------|
| Availability (lead time) | Between Groups | 5.774 | 2 | 2.887 | 19.688 | .000 |
| | Within Groups | 32.555 | 222 | .147 | | |
| | Total | 38.329 | 224 | | | |
| Replacement Period (Year) | Between Groups | 83.121 | 2 | 41.560 | 215.978 | .000 |
| | Within Groups | 42.719 | 222 | .192 | | |
| | Total | 125.840 | 224 | | | |
| Supplier Reliability | Between Groups | 6.118 | 2 | 3.059 | 13.615 | .000 |
| | Within Groups | 49.882 | 222 | .225 | | |
| | Total | 56.000 | 224 | | | |

3.3.4 Identifikasi Mean, Median, dan Modus setiap Kluster

Setelah melihat signifikansi perbedaan nilai antar variabel pembentuk kluster maka selanjutnya akan dilihat perbedaan karakteristik kluster menggunakan nilai mean, median, dan modusnya seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.5 Mean, Median, Modus untuk Tiga Kluster yang Terbentuk

| | | KLUSTER 1 | KLUSTER 2 | KLUSTER 3 |
|----------------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| AVAILABILITY | MEAN | 2.00 | 1.66 | 2.00 |
| | MEDIAN | 2 | 2 | 2 |
| | MODUS | 2 | 2 | 2 |
| REPLACEMENT PERIOD | MEAN | 1.00 | 2.17 | 3.00 |
| | MEDIAN | 1 | 2 | 3 |
| | MODUS | 1 | 2 | 3 |
| SUPPLIER RELIABILITY | MEAN | 2.58 | 2.50 | 2.00 |
| | MEDIAN | 3 | 2.5 | 2 |
| | MODUS | 3 | 2 | 2 |

3.4 Klasifikasi Fuzzy

3.4.1 Fuzzy Membership Function antara $Y = \text{Criticality}$ dan $X_1 = \text{Availability}$

Pada tabel dibawah diperlihatkan frekuensi kejadian dan frekuensi kejadian relatif untuk setiap nilai variabel dependent *Criticality* Y dan variabel independent *availability* X_1 .

Tabel 3.6 Frekuensi Kejadian *Criticality* dan *Availability*

| Availability | Criticality | | |
|--------------|-------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 0 | 49 | 0 |
| 2 | 55 | 97 | 24 |

Tabel 3.7 Frekuensi Kejadian Relatif *Criticality* dan *Availability*

| Availability | Criticality | | |
|--------------|-------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0.31 | 0.55 | 0.14 |

Dari tabel frekuensi kejadian relatif diatas dapat ditentukan *membership function* untuk variabel dependent *Criticality* Y dan variabel independent *Availability* X_1 sebagai berikut.

$$\mu_{Y=1}(X_1) = \begin{cases} 0, & \text{jika } X_1 = 1 \\ 0.31, & \text{jika } X_1 = 2 \end{cases}$$

$$\mu_{Y=2}(X_1) = \begin{cases} 1, & \text{jika } X_1 = 1 \\ 0.55, & \text{jika } X_1 = 2 \end{cases}$$

$$\mu_{Y=3}(X_1) = \begin{cases} 0, & \text{jika } X_1 = 1 \\ 0.14, & \text{jika } X_1 = 2 \end{cases} \quad (3.1)$$

3.4.2 Fuzzy Membership Function antara $Y = \text{Criticality}$ dan $X_2 = \text{Replacement Period}$

Pada tabel dibawah diperlihatkan frekuensi kejadian dan frekuensi kejadian relatif untuk setiap nilai variabel dependent *Criticality* Y dan variabel independent *replacement period* X_2 .

Tabel 3.8 Frekuensi Kejadian *Criticality* dan *Replacement Period*

| Replacement Period | Criticality | | |
|--------------------|-------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 55 | 11 | 0 |
| 2 | 0 | 99 | 0 |
| 3 | 0 | 36 | 24 |

Tabel 3.9 Frekuensi Kejadian Relatif *Criticality* dan *Replacement Period*

| Replacement Period | Criticality | | |
|--------------------|-------------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 0.83 | 0.17 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0.6 | 0.4 |

Dari tabel frekuensi kejadian relatif diatas dapat ditentukan *membership function* untuk variabel dependent *Criticality* Y dan variabel independent *Replacement Period* X_2 sebagai berikut.

$$\mu_{Y=1}(X_2) = \begin{cases} 0.83, & \text{jika } X_2 = 1 \\ 0, & \text{jika } X_2 = 2 \\ 0, & \text{jika } X_2 = 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Y=2}(X_2) = \begin{cases} 0.17, & \text{jika } X_2 = 1 \\ 1, & \text{jika } X_2 = 2 \\ 0.6, & \text{jika } X_2 = 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Y=3}(X_2) = \begin{cases} 0, & \text{jika } X_2 = 1 \\ 0, & \text{jika } X_2 = 2 \\ 0.4, & \text{jika } X_2 = 3 \end{cases} \quad (3.2)$$

3.4.3 Fuzzy Membership Function antara $Y = \text{Criticality}$ dan $X_3 = \text{Supplier Reliability}$

Pada tabel dibawah diperlihatkan frekuensi kejadian dan frekuensi kejadian relatif untuk setiap nilai variabel dependent *Criticality* Y dan variabel independent *Supplier Reliability* X_3 .

Tabel 3.10 Frekuensi Kejadian *Criticality* dan *Supplier Reliability*

| Supplier Reliability | Criticality | | |
|----------------------|-------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 23 | 73 | 24 |
| 3 | 32 | 73 | 0 |

Tabel 3.11 Frekuensi Kejadian Relatif *Criticality* dan *Supplier Reliability*

| Supplier Reliability | Criticality | | |
|----------------------|-------------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.19 | 0.61 | 0.2 |
| 3 | 0.30 | 0.70 | 0 |

Dari tabel frekuensi kejadian relatif diatas dapat ditentukan *membership function* untuk variabel dependent *Criticality* Y dan variabel independent *Supplier Reliability* X_3 sebagai berikut.

$$\mu_{Y=1}(X_3) = \begin{cases} 0, & \text{jika } X_3 = 1 \\ 0.19, & \text{jika } X_3 = 2 \\ 0.30, & \text{jika } X_3 = 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Y=2}(X_3) = \begin{cases} 0, & \text{jika } X_3 = 1 \\ 0.61, & \text{jika } X_3 = 2 \\ 0.70, & \text{jika } X_3 = 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Y=3}(X_3) = \begin{cases} 0, & \text{jika } X_3 = 1 \\ 0.2, & \text{jika } X_3 = 2 \\ 0, & \text{jika } X_3 = 3 \end{cases} \quad (3.3)$$

3.4.4 Penentuan Kategori *Criticality* menggunakan *Fuzzy Membership Function*

Setelah membentuk semua *membership function* yang diperlukan maka langsung dilakukan pengelompokan fuzzy untuk semua item spare part. Sebagai contoh akan ditentukan *fuzzy criticality* untuk item *spare part* nomor 2 dengan material code 081150000900 Screw Socket Head Cap M16X1.5X65MML SUS 308.

Diketahui untuk item tersebut:

- Availability* (X_1) = 2, waktu pemesanan 2-3 bulan
- Replacement Period* (X_2) = 1, waktu penggantian 2 tahun atau kurang
- Supplier Reliability* (X_3) = 3, ketersediaan barang di *supplier* dapat diandalkan untuk jangka panjang

Dari data tersebut dan berdasarkan perhitungan *membership function* sebelumnya dapat ditentukan bahwa *membership function* untuk item ini adalah:

$$\begin{array}{lll} \mu_{Y=1}(X_1) = 0.31 & \mu_{Y=1}(X_2) = 0.83 & \mu_{Y=1}(X_3) = 0.3 \\ \mu_{Y=2}(X_1) = 0.55 & \mu_{Y=2}(X_2) = 0.17 & \mu_{Y=2}(X_3) = 0.7 \\ \mu_{Y=3}(X_1) = 0.14 & \mu_{Y=3}(X_2) = 0 & \mu_{Y=3}(X_3) = 0 \end{array}$$

Grade of membership dari item *spare part* ini untuk variabel X_1 , X_2 , dan X_3 adalah:

$$\begin{aligned} \mu_{Y=1}(I_2) &= \frac{\mu_{Y=1}(X_1) + \mu_{Y=1}(X_2) + \mu_{Y=1}(X_3)}{3} = \frac{0.31 + 0.83 + 0.3}{3} = 0.480 \\ \mu_{Y=2}(I_2) &= \frac{\mu_{Y=2}(X_1) + \mu_{Y=2}(X_2) + \mu_{Y=2}(X_3)}{3} = \frac{0.55 + 0.17 + 0.7}{3} = 0.473 \\ \mu_{Y=3}(I_2) &= \frac{\mu_{Y=3}(X_1) + \mu_{Y=3}(X_2) + \mu_{Y=3}(X_3)}{3} = \frac{0.14 + 0 + 0}{3} = 0.047 \end{aligned}$$

Dari ketiga *grade of membership* tersebut diketahui bahwa:

$$\max\{\mu_{Y=1}(I_2), \mu_{Y=2}(I_2), \mu_{Y=3}(I_2)\} = 0.480 = \mu_{Y=1}(I_2)$$

sehingga item *spare part* nomor 2 ini digolongkan ke kategori 1 berdasarkan pengelompokan fuzzy. Hasil detail pengelompokan fuzzy untuk semua item *spare part* ditampilkan pada lampiran terpisah.

3.5 Klasifikasi ABC-Fuzzy

Setelah memperoleh hasil klasifikasi fuzzy kita akan mengkombinasikan hasilnya dengan ABC analisis sebelumnya. Untuk memudahkan notasi, tiga kelas pengelompokan pada klasifikasi ABC akan diberi notasi A1, A2, dan A3 (A1=A, A2=B, A3=C) sedangkan tiga kelas pengelompokan menggunakan fuzzy analysis akan diberi notasi B1, B2, dan B3 (B1=1, B2=2, B3=3).

Mengadopsi *cross tabulated matrix* dari Flores (gambar 1.3) kita akan mendapatkan tabel frekuensi untuk setiap kombinasi A dan B sebagai berikut.

Tabel 3.12 Frekuensi Kejadian ABC–Fuzzy Classification

| | | Fuzzy Criticality | | |
|-----|----|-------------------|-------------|-----------|
| | | B1 | B2 | B3 |
| ABC | A1 | A1B1 4 | A1B2 3 | A1B3 0 |
| | A2 | A2B1 7 | A2B2 9 | A2B3 0 |
| | A3 | A3B1 44 | A3B2 158 | A3B3 0 |

Dari tabel 3.12 diatas kita dapat mengklasifikasikan lagi item *spare part* menjadi sebagai berikut.

- Kelas A1B1, A2B1, dan A1B2 dapat digolongkan sebagai item *spare part* yang **very important**.
- Kelas A3B1, A2B2, dan A1B3 dapat digolongkan sebagai item *spare part* yang **important**.
- Kelas A3B2, A2B3, dan A3B3 dapat digolongkan sebagai item *spare part* yang **unimportant**.

Perbedaan kriteria *availability*, *replacement period*, dan *supplier reliability* untuk klasifikasi *very important*, *important*, dan *unimportant* dapat dilihat pada cross tabulasi dibawah ini. Angka di dalam tabel menunjukkan frekuensi dari item *spare part* dengan nilai tertentu pada suatu variabel.

Tabel 3.13 Karakteristik Pengelompokan ABC–Fuzzy

| | | ABC FC Class | | | | | | | | |
|------------------------------|---|----------------|------|------|-------|-----------|------|-------|-------------|-------|
| | | Very Important | | | | Important | | | Unimportant | |
| | | A1B1 | A1B2 | A2B1 | Total | A2B2 | A3B1 | Total | A3B2 | Total |
| Availability (lead time) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 44 | 44 |
| | 2 | 4 | 3 | 7 | 14 | 4 | 44 | 62 | 114 | 114 |
| Replacement Period (Year) | 1 | 4 | 0 | 7 | 11 | 0 | 44 | 55 | 11 | 11 |
| | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 0 | 7 | 92 | 92 |
| | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 5 | 55 | 55 |
| Supplier Reliability | 2 | 2 | 3 | 5 | 10 | 8 | 16 | 34 | 86 | 86 |
| | 3 | 2 | 0 | 2 | 4 | 1 | 28 | 33 | 72 | 72 |