

## DAFTAR ISI

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>              | i     |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>         | ii    |
| <b>HALAMAN MOTTO</b>              | iii   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>        | iv    |
| <b>KATA PENGANTAR</b>             | v     |
| <b>DAFTAR ISI</b>                 | viii  |
| <b>DAFTAR TABEL</b>               | xiv   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>              | xv    |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>            | xvii  |
| <b>DAFTAR NOTASI</b>              | xviii |
| <b>INTISARI</b>                   | xx    |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b>      |       |
| 1.1 Latar Belakang                | 1     |
| 1.2 Perumusan Masalah             | 3     |
| 1.3 Tujuan Penelitian             | 3     |
| 1.4 Manfaat Penelitian            | 3     |
| 1.5 Batasan Penelitian            | 4     |
| 1.6 Metoda Pelaksanaan Penelitian | 6     |
| 1.6.1 Subjek penelitian           | 6     |

|                                                                 |   |
|-----------------------------------------------------------------|---|
| 1.6.2 Obyek penelitian.....                                     | 6 |
| 1.6.3 Teknik pengumpulan data .....                             | 6 |
| 1.6.4 Analisa simulasi monte carlo.....                         | 7 |
| 1.6.4.1 Teknik menganalisa data dengan<br>uji probabilitas..... | 7 |
| 1.6.4.2 Teknik menganalisa data dengan simulasi<br>program..... | 9 |

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 2.1 Teori Antrian.....                             | 15 |
| 2.2 Konsep Dasar Teori Antrian .....               | 15 |
| 2.3 Elemen-elemen Pokok dalam Sistem Antrian ..... | 16 |
| 2.4 Model Teori Antrian .....                      | 17 |
| 2.5 Model Antrian Secara Analitis.....             | 18 |
| 2.6 Model Antrian Secara Numeris.....              | 21 |
| 2.7 Simulasi .....                                 | 21 |
| 2.8 Model Simulasi .....                           | 25 |
| 2.9 Model-model Keputusan Antrian.....             | 25 |
| 2.10 Simulasi Monte Carlo .....                    | 26 |
| 2.11 Distribusi Probabilitas.....                  | 26 |
| 2.12 Distribusi Frekuensi .....                    | 27 |
| 2.13 Distribusi Frekuensi Relatif Kumulatif.....   | 27 |

|      |                                       |    |
|------|---------------------------------------|----|
| 2.14 | Histrogram dan Poligon Frekuensi..... | 27 |
|------|---------------------------------------|----|

### **BAB III LANDASAN TEORI**

|         |                                                  |    |
|---------|--------------------------------------------------|----|
| 3.1     | Teori Antrian.....                               | 29 |
| 3.1.1   | Konsep dasar teori antrian .....                 | 30 |
| 3.1.2   | Elemen-elemen pokok dalam sistem antrian.....    | 30 |
| 3.1.3   | Struktur teori antrian.....                      | 31 |
| 3.1.4   | Model teori antrian .....                        | 33 |
| 3.1.4.1 | Model antrian secara numeris.....                | 34 |
| 3.1.5   | Model-model keputusan antrian .....              | 35 |
| 3.1.6   | Model tingkat aspirasi .....                     | 36 |
| 3.2     | Simulasi Monte Carlo .....                       | 37 |
| 3.2.1   | Distribusi probabilitas .....                    | 39 |
| 3.2.2   | Macam-macam distribusi kontinyu dan diskrit..... | 39 |
| 3.2.3   | Distribusi frekuensi.....                        | 40 |
| 3.2.4   | Uji chi kuadrat.....                             | 42 |
| 3.2.5   | Metode visual .....                              | 44 |
| 3.3     | Industri Beton <i>Ready Mixed</i> .....          | 46 |

### **BAB IV HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| 4.1 | Pendahuluan ..... | 55 |
| 4.2 | Pelaksanaan.....  | 55 |

|         |                                                                                   |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1   | Data jumlah pemesan pada tahun 2001 .....                                         | 56 |
| 4.2.2   | Data waktu selang kedatangan ( <i>inter arrival time</i> ).....                   | 57 |
| 4.2.3   | Data lama waktu pelayanan .....                                                   | 57 |
| 4.3     | Pengolahan Data .....                                                             | 57 |
| 4.3.1   | Pembuatan distribusi frekuensi dan histogram.....                                 | 58 |
| 4.3.1.1 | Pembuatan distribusi frekuensi waktu<br>selang kedatangan.....                    | 58 |
| 4.3.1.2 | Pembuatan distribusi frekuensi waktu<br>selang pelayanan.....                     | 61 |
| 4.3.2   | Test kecukupan data .....                                                         | 63 |
| 4.3.2.1 | Test kecukupan data waktu selang<br>kedatangan ( <i>inter arrival time</i> )..... | 63 |
| 4.3.2.2 | Test kecukupan data waktu selang<br>pelayanan ( <i>servis time</i> ).....         | 64 |
| 4.3.3   | Pengujian distribusi waktu selang kedatangan dan<br>waktu pelayanan.....          | 64 |
| 4.3.3.1 | Pengujian distribusi waktu selang<br>kedatangan .....                             | 65 |
| 4.3.3.2 | Pengujian distribusi waktu selang<br>pelayanan.....                               | 67 |
| 4.4     | Simulasi Antrian .....                                                            | 70 |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 4.4.1 Simulasi monte carlo dengan menggunakan |    |
| QSIM (Queuning System Simulation) .....       | 71 |
| 4.4.2 Hasil pengolahan simulasi QSIM .....    | 71 |

## **BAB V PEMBAHASAN**

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 Verikasi Model.....                                     | 74 |
| 5.2 Uji Distribusi.....                                     | 74 |
| 5.2.1 Waktu selang kedatangan .....                         | 75 |
| 5.2.2 Waktu pelayanan .....                                 | 76 |
| 5.3 Uji Kecukupan Data.....                                 | 78 |
| 5.4 Optimalisasi Jumlah Truk .....                          | 79 |
| 5.4.1 Teori antrian.....                                    | 79 |
| 5.4.1.1 Jumlah kedatangan <i>customer</i> .....             | 79 |
| 5.4.1.2 Pelayanan terhadap <i>customer</i> .....            | 83 |
| 5.4.1.3 Waktu pelayanan .....                               | 83 |
| 5.4.1.4 Waktu tunggu .....                                  | 85 |
| 5.4.1.5 Waktu <i>customer</i> didalam sistem antrian .....  | 86 |
| 5.4.1.6 Panjang antrian.....                                | 86 |
| 5.4.1.7 Tingkat kegunaan <i>truck mixer</i> (utilitas)..... | 87 |
| 5.4.2 Analisa model tingkat aspirasi.....                   | 88 |
| 5.4.3 Analisa biaya .....                                   | 92 |

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 6.1 Kesimpulan ..... | 98 |
| 6.2 Saran .....      | 99 |

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                         | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 4.1 Data jumlah pemesan beton <i>ready mixed</i> di PT. Adhi Karya divisi<br>Adhimix dan Precast tahun 2001 ..... | 56      |
| Tabel 4.2 Distribusi frekuensi data waktu selang kedatangan tahun 2001 .....                                            | 59      |
| Tabel 4.3 Distribusi frekuensi data waktu selang pelayanan tahun 2001 .....                                             | 61      |
| Tabel 4.4 Tabel Uji Chi Kuadrat waktu selang kedatangan (jam)<br>tahun 2001 .....                                       | 66      |
| Tabel 4.5 Tabel Uji Chi Kuadrat waktu selang pelayanan (jam) tahun 2001 ..                                              | 69      |
| Tabel 4.6 Rekapitulasi hasil simulasi .....                                                                             | 72      |
| Tabel 5.1 Jumlah kedatangan <i>customer</i> .....                                                                       | 79      |
| Tabel 5.2 Selisih jumlah rit akibat penambahan truk dari 5 unit truk .....                                              | 81      |
| Tabel 5.3 Selisih jumlah rit akibat penambahan truk 1 unit .....                                                        | 82      |
| Tabel 5.4 Pelayanan terhadap <i>customer</i> .....                                                                      | 83      |
| Tabel 5.5 Tingkat aspirasi untuk nilai $W_q$ dan $X\%$ .....                                                            | 90      |
| Tabel 5.6 Hitungan biaya pemasukan akibat waktu <i>idle</i> .....                                                       | 93      |
| Tabel 5.7 Hilangnya biaya pemasukan akibat waktu tunggu .....                                                           | 93      |
| Tabel 5.8 Total biaya menunggu dan biaya pelayanan .....                                                                | 93      |
| Tabel 5.9 Perbandingan penggunaan truk 6 unit dengan 7 unit .....                                                       | 96      |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                        | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 1.1 Bagan metode pelaksanaan penelitian .....                                                   | 10      |
| Gambar 1.2 Bagan pengumpulan dan pengolahan data .....                                                 | 12      |
| Gambar 1.3 <i>Flow Chart</i> Simulasi dengan menggunakan <i>Software QS 3</i> .....                    | 13      |
| Gambar 2.1 Proses sistem antrian.....                                                                  | 16      |
| Gambar 3.1 <i>Single channel – Single phase</i> .....                                                  | 31      |
| Gambar 3.2 <i>Single channel – Multiple phase</i> .....                                                | 32      |
| Gambar 3.3 <i>Multiple channel – Single phase</i> .....                                                | 32      |
| Gambar 3.4 <i>Multiple channel – Multiple phase</i> .....                                              | 33      |
| Gambar 3.5 Total biaya menunggu dan biaya pelayanan<br>(Hamdy A. Taha, 1997) .....                     | 36      |
| Gambar 3.6 Jumlah optimal pelayanan dengan menggunakan tingkat aspirasi<br>(Hamdy A. Taha, 1997) ..... | 37      |
| Gambar 3.7 Gambar Q-Q <i>plot</i> .....                                                                | 46      |
| Gambar 3.8 Sistem pelayanan pada industri <i>Ready mixed</i> .....                                     | 47      |
| Gambar 3.9 Sistem produksi pada Industri Beton <i>Ready mixed</i> .....                                | 51      |
| Gambar 3.10 Prosedur produksi pada Industri Beton <i>Ready mixed</i> .....                             | 52      |
| Gambar 4.1 Histogram frekuensi waktu selang kedatangan.....                                            | 60      |
| Gambar 4.2 Histogram frekuensi waktu pelayanan .....                                                   | 62      |
| Gambar 4.3 Metode visual waktu kedatangan.....                                                         | 67      |

|             |                                                                                         |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.4  | Metode visual waktu pelayanan.....                                                      | 70 |
| Gambar 5.1  | Kurva waktu selang kedatangan.....                                                      | 75 |
| Gambar 5.2  | Kurva waktu selang pelayanan.....                                                       | 77 |
| Gambar 5.3  | Grafik jumlah rit yang terlayani.....                                                   | 79 |
| Gambar 5.4  | Grafik jumlah <i>customer</i> yang meninggalkan antrian.....                            | 79 |
| Gambar 5.5  | Grafik rata – rata waktu pelayanan.....                                                 | 84 |
| Gambar 5.6  | Grafik rata – rata waktu tunggu.....                                                    | 85 |
| Gambar 5.7  | Grafik rata – rata waktu yang dihabiskan <i>customer</i> didalam<br>sistem antrian..... | 86 |
| Gambar 5.8  | Grafik rata – rata panjang antrian.....                                                 | 87 |
| Gambar 5.9  | Grafik rata – rata tingkat kegunaan.....                                                | 87 |
| Gambar 5.10 | Grafik rata – rata waktu tunggu.....                                                    | 89 |
| Gambar 5.11 | Grafik prosentase waktu <i>idle</i> .....                                               | 89 |
| Gambar 5.12 | Total biaya menunggu dan biaya pelayanan.....                                           | 94 |

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Data pemesanan beton *ready mixed* pada tahun 2001
2. Grafik waktu selang kedatangan dan waktu pelayanan dengan metoda visual
3. Grafik waktu selang kedatangan dan waktu pelayanan dengan program SPSS
4. Standar deviasi dan hasil simulasi



## DAFTAR NOTASI

|           |                                                                                                              |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\lambda$ | = Jumlah rata-rata pelanggan yang datang persatuan waktu (waktu kedatangan)                                  |
| $\mu$     | = Jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani persatuan waktu (waktu pelayanan)                                 |
| $L_q$     | = Jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian                                                     |
| $L_s$     | = Rata-rata jumlah dalam sistem (jumlah dalam antrian ditambah jumlah yang dilayani)                         |
| $W_q$     | = Waktu menunggu dalam antrian                                                                               |
| $W_s$     | = Waktu menunggu dalam sistem (waktu mengantri ditambah waktu pelayanan)                                     |
| $P_w$     | = Probabilitas fasilitas pelayanan sibuk                                                                     |
| $P_m$     | = Proporsi pelanggan yang hilang karena sistemnya penuh                                                      |
| $P_o$     | = Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem                                                              |
| $S$       | = Jumlah fasilitas pelayanan, mesin atau perakitan                                                           |
| $P_n$     | = Probabilitas terdapat $n$ pelanggan dalam sistem                                                           |
| $\rho$    | = Faktor utilitas, yaitu ekspektasi perbandingan dari waktu sibuk para pelayan (fasilitas) = $\lambda/s.\mu$ |
| $E_n$     | = Keadaan dimana ada $n$ pelanggan pada sistem                                                               |
| $\sigma$  | = standar deviasi                                                                                            |

|                  |                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| $K$              | = Banyaknya kelas                                                     |
| $N$              | = Banyaknya nilai observasi                                           |
| $N'$             | = Jumlah nilai observasi yang seharusnya dilakukan didalam pengamatan |
| $I$              | = Interval kelas                                                      |
| $R$              | = Rentang kelas                                                       |
| $k$              | = Tingkat kepercayaan                                                 |
| $s$              | = Derajat ketelitian                                                  |
| $\Sigma fix_i$   | = Jumlah kumulatif data                                               |
| $\Sigma fix_i^2$ | = Jumlah kumulatif kuadrat                                            |
| $ei$             | = Nilai teoritis (hasil yang diharapkan)                              |
| $oi$             | = Hasil pengamatan                                                    |
| $v$              | = Derajat kebebasan                                                   |
| $\alpha$         | = Batas atas dari waktu tunggu yang diharapkan dalam sistem           |
| $\beta$          | = Batas atas dari persentase waktu menganggur                         |