

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dengan alur pikir penulis mulai dari penemuan masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah sampai ke rencana pemecahan masalah, pengumpulan dan pengolahan data hingga pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan yang akan menjadi perhatian kita bersama :

1. Mengingat proses terbang sangat dipengaruhi oleh cuaca dimana tentunya memperhatikan cuaca yang aman untuk melukan proses terbang maka dari perkiraan rata-rata cuaca dibawah normal diperoleh waktu yang aman selama 11 bulan, dan dari perhitungan jumlah rata-rata kelulusan 81,7 % maka masukan jumlah calon penerbang sebanyak 147 orang

2. Dalam perhitungan penambahan jam kerja per minggu tanpa memaksimumkan penggunaan seluruh pesawat terbang yang dimiliki agar di peroleh jumlah keluaran penerbang sebanyak 120 orang dalam waktu 21 bulan diperlukan 16 unit pesawat terbang mesin tunggal dan 16 unit pesawat terbang mesin ganda.

3. Dengan berbagai langkah hingga memaksimalkan pemakaian seluruh jumlah pesawat terbang yaitu 26 unit pesawat terbang mesin tunggal dan 5 unit pesawat terbang mesin ganda sampai memaksimalkan kemungkinan penambahan jam kerja per minggu maka untuk menyelesaikan 120 orang penerbang diperlukan penambahan 2 unit pesawat terbang mesin ganda.

4. Beberapa keuntungan dari usulan penambahan 2 (dua) unit Pesawat terbang mesin ganda ini adalah :

- Keluaran dari rata-rata 19 orang per tahun menjadi 69 orang per tahun.
- Lama pendidikan dari rata-rata 28,1 bulan menjadi 21 bulan.
- Perkiraan biaya rata-rata 1 orang Penerbang dari \$13996,531 menjadi \$12375,656, berarti penghematan sekitar \$1620,875 tiap-tiap lulusan Penerbang.

5.2 Saran-saran

1. Untuk melaksanakan seluruh rencana ini nantinya dalam membuat jadwal terbang, dengan pelayanan menggunakan pesawat terbang mesin tunggal distribusi rata-rata siswa masuk ke sistem adalah 18 (delapan belas) orang per jam dan untuk pesawat terbang mesin ganda 5 (lima) orang per jam

2. Dilihat dari kelulusan terdapat rata-rata 18,3% calon Penerbang mengalami kegagalan maka untuk memperoleh rata-rata kelulusan lebih tinggi sebaiknya diadakan penelitian mengenai calon penerbang untuk memperoleh calon yang kualitatif sehingga mampu meminimumkan kerugian akibat kegagalan beberapa calon penerbang tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Ade Titi Cristianti, *Hubungan Antara Harga Diri, Motif Berprestasi, Dan Itelegensi Dengan Prestasi Akademik Di Kalangan Taruna Penerbang*, Yogyakarta, Fakultas Psikologi Universitas Gajah Mada, 1987.
- David D.Bedworth, and James E.Bailey, *Integrated Production Control Systems*, United States of America, John Wiley & Sons, Inc, 1987.
- Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, *25 Tahun Perkembangan*, Tangerang, 1977.
- Donald G.Newnan, *Engineering Economic Analysis*, Third Edition, Jakarta, Binarupa Aksara, 1988.
- Hani Handoko T, *Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, Yogyakarta, BPFE, 1994.
- Nasution S, *Buku Penuntun Membuat Tesis, Skripsi, Desertasi dan Makalah*, Jakarta, Bumi Aksara, 1994.
- Ronald E. Walpole, *Pengantar Statistika*, Edisi ke 5, Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama, 1993.
- Samuel C Certo, *Management*, United States of America, Wm.C.Brown Company Publishers, 1985.
- Siagian, P. *Penelitian Operasional*, Jakarta, Universitas Indonesia, 1987.
- Simatupang, Togar M, *Teori Sistem*, Yogyakarta, Andi Offset, 1995.
- Tjutju Tarliah Dimiyati, dan Ahmad Dimiyati. *Operations Research*, Bandung, CV Sinar Baru, 1992.
- Usry Hammer, *Cost Accounting*, United States of America, South Western Publishing Co, Cincinnati, Ohio, , 1991.

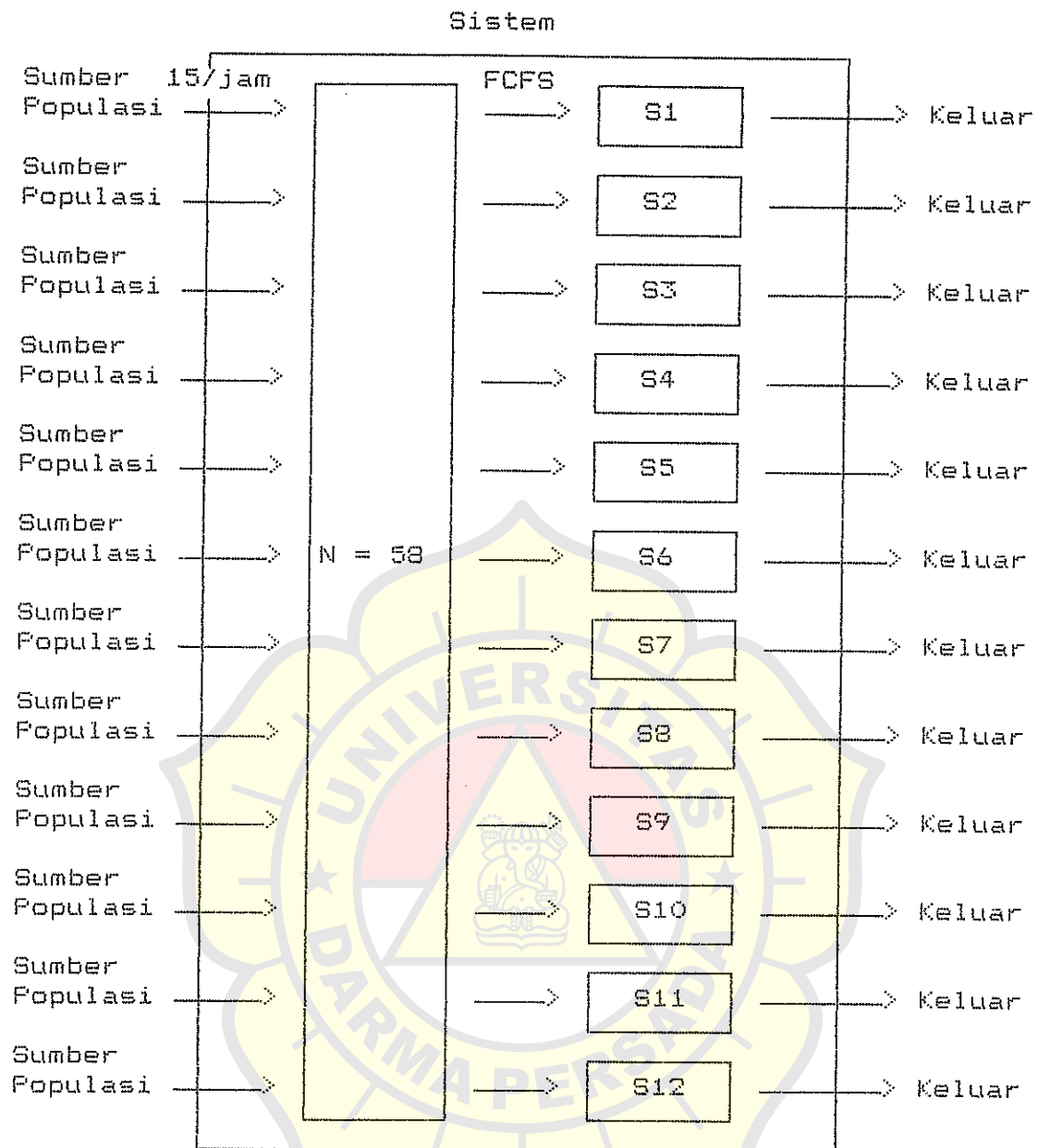
LAMPIRAN

Lampiran Uraian Perhitungan Model Sistem

1. Analisa menggunakan metode Antrian ganda, pelayan ganda
Proses menggunakan pesawat terbang mesin tunggal dengan urutan perhitungan sebagai berikut :

1. Menghitung jumlah rata-rata siswa dalam antrian $[E(n_w)]$
2. Menghitung jumlah rata-rata antrian dalam sistem $[E(n_t)]$
3. Menghitung Waktu rata-rata siswa dalam antrian (waktu menunggu) $[E(T_w)]$
4. Menghitung Waktu rata-rata siswa dalam sistem $[E(T_t)]$

Penyelesaian :



Gambar 1. Model Antrian Ganda Pelayan Ganda dengan Pesawat Terbang Mesin Tunggal.

Dari data-data tersebut diatas dapat diidentifikasi datayang memberikan kontribusi perhitungan, data antara lain :

Dari 145 diberi perlakuan hanya dapat memenuhi

antrian maksimum $\Rightarrow N = 58$ (kapasitas ruangan tunggu)
 dengan 12 antrian paralel,

Kemudian dari populasi didistribusi 15 siswa masuk
 kesistem untuk dilayani tiap jam

$$\Rightarrow \tau = 15$$

Tiap orang ditargetkan terlayani 1 kali terbang =
 79,956 menit atau $(1/\mu) = 79,956 \Rightarrow \mu = 0,75$

Jumlah pesawat terbang adalah 12 unit $\Rightarrow c = 12$

$$\text{sehingga } \rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{15}{0,75} = 20$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^c \frac{1}{n!} (\rho)^n + \frac{1}{c!} (\rho)^c \frac{N}{\sum_{n=c+1}^N \frac{1}{c\mu} (\rho)^{n-c}} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{12} \frac{1}{n!} (20)^n + \frac{1}{12!} (20)^{12} \frac{58}{\sum_{n=13}^{58} \frac{1}{12 \cdot 0,75} (20)^{n-12}} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\frac{1}{0!} 20^0 + \frac{1}{1!} 20^1 + \frac{1}{2!} 20^2 + \frac{1}{3!} 20^3 + \frac{1}{4!} 20^4 + \frac{1}{5!} 20^5 + \frac{1}{6!} 20^6 + \frac{1}{7!} 20^7 + \frac{1}{8!} 20^8 + \frac{1}{9!} 20^9 \right.$$

$$\left. \frac{1}{10!} 20^{10} + \frac{1}{11!} 20^{11} + \frac{1}{12!} 20^{12} + \frac{1}{12!} 20^{12} \left[\left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^1 + \right. \right.$$

$$\left. \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^2 + \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^3 + \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^4 + \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^5 + \right.$$

$$\left. \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^6 + \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^7 + \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^8 + \left(\frac{15}{12 \cdot 0,75} \right)^9 + \right.$$

$$\begin{aligned}
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{10} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{11} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{12} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{13} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{14} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{15} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{16} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{17} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{18} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{19} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{20} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{21} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{22} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{23} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{24} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{25} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{26} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{27} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{28} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{29} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{30} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{31} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{32} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{33} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{34} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{35} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{36} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{37} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{38} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{39} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{40} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{41} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{42} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{43} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{44} + \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{45} + \\
& \left(\frac{15}{12\ 0,75}\right)^{46} \Big]^{-1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_0 = & [1 + 20 + 200 + 1333,3 + 6666,7 + 26666,7 + 88888,9 \\
& + 253968,25 + 634920,63 + 1410934,7 + 2821869,5 + \\
& 5130671,8 + 8551119,7 + 8551119,7 (1,67 + 2,78 + \\
& 4,63 + 7,72 + 12,989 + 21,69 + 36,22 + 60,497 + \\
& 101,0295 + 168,719 + 261,761 + 470,541 + 785,8 + \\
& 1312,292 + 2191,528 + 3659,852 + 6111,953 + 10206,96 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 17045,626 + 28466,195 + 47538,546 + 79389,372 + \\
& 132580,25 + 221409,02 + 369753,06 + 617487,61 + \\
& 1031204,3 + 1722111,2 + 2875925,7 + 4802795,9 + \\
& 8020669,2 + 13394518 + 22368844 + 37355970 + \\
& 62384470 + 1,04 \cdot 10^{08} + 1,74 \cdot 10^{08} + 2,9 \cdot 10^{08} + \\
& 4,85 \cdot 10^{08} + 8,1 \cdot 10^{08} + 1,35 \cdot 10^{09} + 2,26 \cdot 10^{09} + \\
& 3,77 \cdot 10^{09} + 6,3 \cdot 10^{09} + 1,05 \cdot 10^{10} + 1,76 \cdot 10^{10} \Big]^{-1}
\end{aligned}$$

$$= [18927261 + 8551119,7 (4,4 \cdot 10^{10})]^{-1}$$

$$= [18927261 + 3,76 \cdot 10^{17}]^{-1}$$

$$P_0 = 2,66 \cdot 10^{-18}$$

$$1. \quad E(n_w) = \frac{\int_0^c \left(\frac{c}{c}\right) P_0}{c! \left(1 - \frac{c}{c}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{c}{c}\right)^{N-c} - (N-c) \left(\frac{c}{c}\right)^{N-c} \left(1 - \frac{c}{c}\right) \right]$$

$$E(n_w) = \frac{20^{12} \left(\frac{20}{12}\right) 2,66 \cdot 10^{-18}}{12! \left(1 - \frac{20}{12}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{20}{12}\right)^{58-12} - (58-12) \left(\frac{20}{12}\right)^{58-12} \left(1 - \frac{20}{12}\right) \right]$$

$$= \frac{0,018}{2,13 \cdot 10^{08}} [1 - 1,6 \cdot 10^{10} - [(46)(1,6 \cdot 10^{10})(-0,67)]$$

$$= 8,45 \cdot 10^{-11} (4,74 \cdot 10^{11})$$

$$= 40,053 \approx 41 \text{ orang}$$

$$2. E(n_t) = E(n_w) + c - \sum_{n=0}^{c-1} (c - n)P_n$$

$$E(n_t) = E(n_w) + 12 - \sum_{n=0}^{11} (12 - n)P_n$$

dimana P_n adalah $P_0, P_1, P_2, P_3, \dots, P_{11}$ dan

$$P_n = \frac{1}{n!} (\rho)^n P_0$$

$$P_1 = \frac{1}{1!} (20)^1 2,66 \cdot 10^{-18} = 5,32 \cdot 10^{-17}$$

$$P_2 = \frac{1}{2!} (20)^2 2,66 \cdot 10^{-18} = 5,32 \cdot 10^{-16}$$

$$P_3 = \frac{1}{3!} (20)^3 2,66 \cdot 10^{-18} = 3,55 \cdot 10^{-15}$$

$$P_4 = \frac{1}{4!} (20)^4 2,66 \cdot 10^{-18} = 1,77 \cdot 10^{-14}$$

$$P_5 = \frac{1}{5!} (20)^5 2,66 \cdot 10^{-18} = 7,09 \cdot 10^{-14}$$

$$P_6 = \frac{1}{6!} (20)^6 2,66 \cdot 10^{-18} = 2,36 \cdot 10^{-13}$$

$$P_7 = \frac{1}{7!} (20)^7 2,66 \cdot 10^{-18} = 6,76 \cdot 10^{-13}$$

$$P_8 = \frac{1}{8!} (20)^8 2,66 \cdot 10^{-18} = 1,69 \cdot 10^{-12}$$

$$P_9 = \frac{1}{9!} (20)^9 2,66 \cdot 10^{-18} = 3,75 \cdot 10^{-12}$$

$$P_{10} = \frac{1}{10!} (20)^{10} 2,66 \cdot 10^{-18} = 7,5 \cdot 10^{-12}$$

$$P_{11} = \frac{1}{11!} (20)^{11} 2,66 \cdot 10^{-18} = 1,36 \cdot 10^{-11}$$

Maka

$$\begin{aligned} E(n_t) &= 40,053 + 12 - [(12 - 0)P_0 + (12 - 1)P^1 + (12 - 2)P^2 + \\ &\quad (12 - 3)P^3 + (12 - 4)P^4 + (12 - 5)P^5 + (12 - 6)P^6 + \\ &\quad (12 - 7)P^7 + (12 - 8)P^8 + (12 - 9)P^9 + (12 - 10)P^{10} \\ &\quad + (12 - 11)P^{11}] \\ &= 40,053 + 12 - [(12)2,66 \cdot 10^{-18} + (11)5,32 \cdot 10^{-17} + \\ &\quad (10)5,32 \cdot 10^{-16} + (9)3,55 \cdot 10^{-15} + (8)1,77 \cdot 10^{-14} + \\ &\quad (7)7,09 \cdot 10^{-14} + (6)2,36 \cdot 10^{-13} + (5)6,76 \cdot 10^{-13} + \\ &\quad (4)1,69 \cdot 10^{-12} + (3)3,75 \cdot 10^{-12} + (2)7,5 \cdot 10^{-12} + \\ &\quad (1)1,36 \cdot 10^{-11}] \\ &= 40,053 + 12 - (3,19 \cdot 10^{-17} + 5,85 \cdot 10^{-16} + 5,32 \cdot 10^{-15} \\ &\quad + 3,195 \cdot 10^{-14} + 1,4 \cdot 10^{-13} + 4,96 \cdot 10^{-13} + 1,4 \cdot 10^{-12} \\ &\quad + 3,38 \cdot 10^{-12} + 6,76 \cdot 10^{-12} + 1,13 \cdot 10^{-11} + 1,5 \cdot 10^{-11} \\ &\quad + 1,36 \cdot 10^{-11}) \\ &= 40,053 + 12 - (5,21 \cdot 10^{-11}) \\ &= 52,053 \approx 53 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$3. E(T_w) = \frac{E(n_w)}{\tau_{eff}} \text{ dimana } \tau_{eff} = \mu \left[c - \sum_{n=0}^{c-1} (c - n)P_n \right]$$

$$\tau_{eff} = 0,75 \left[12 - \sum_{n=0}^{11} (12 - n)P_n \right]$$

$$\begin{aligned}
\Rightarrow \tau_{\text{eff}} &= 0,75 \{ (12 - [(12 - 0)P_0 + (12 - 1)P^1 + (12 - 2)P^2 + \\
&\quad (12 - 3)P^3 + (12 - 4)P^4 + (12 - 5)P^5 + (12 - 6)P^6 + \\
&\quad (12 - 7)P^7 + (12 - 8)P^8 + (12 - 9)P^9 + (12 - 10)P^{10} \\
&\quad + (12 - 11)P^{11}] \} \\
&= 0,75 \{ 12 - [(12)2,66 \cdot 10^{-18} + (11)5,32 \cdot 10^{-17} + \\
&\quad (10)5,32 \cdot 10^{-16} + (9)3,55 \cdot 10^{-15} + (8)1,77 \cdot 10^{-14} + \\
&\quad (7)7,09 \cdot 10^{-14} + (6)2,36 \cdot 10^{-13} + (5)6,76 \cdot 10^{-13} + \\
&\quad (4)1,69 \cdot 10^{-12} + (3)3,75 \cdot 10^{-12} + (2)7,5 \cdot 10^{-12} + \\
&\quad (1)1,36 \cdot 10^{-11}] \} \\
&= 0,75 \{ 12 - (3,19 \cdot 10^{-17} + 5,85 \cdot 10^{-16} + 5,32 \cdot 10^{-15} \\
&\quad + 3,195 \cdot 10^{-14} + 1,4 \cdot 10^{-13} + 4,96 \cdot 10^{-13} + 1,4 \cdot 10^{-12} \\
&\quad + 3,38 \cdot 10^{-12} + 6,76 \cdot 10^{-12} + 1,13 \cdot 10^{-11} + 1,5 \cdot 10^{-11} \\
&\quad + 1,36 \cdot 10^{-11}) \} \\
&= 9 \\
\Rightarrow E(T_w) &= \frac{40,053}{9} = 4,45 \text{ jam} \\
4. E(T_t) &= \frac{E(n_t)}{\tau_{\text{eff}}} = \frac{52,053}{9} = 5,78 \text{ jam}
\end{aligned}$$

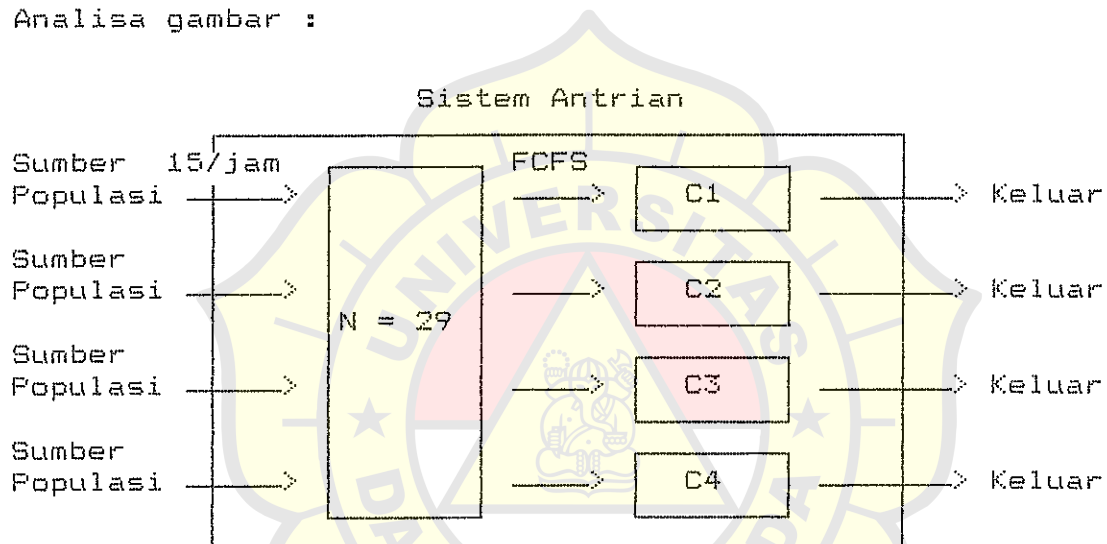
Jadi untuk menyelesaikan 1 jam terbang dibutuhkan waktu tiap-tiap siswa harus berada dalam sistem selama 5,78 jam atau untuk 175 jam terbang diperlukan total waktu 5,78 X 175 = 1011,5 jam. dan untuk mendapat giliran masuk ke sistem 1 kali jam terbang tiap-tiap orang mendapat waktu =

145 orang : 15 orang/jam = 9,666 jam dan totalnya 175 X
 9,666 jam = 1691,55 jam.

Jika dalam satu hari terdapat 10 jam kerja dan dalam
 satu minggu terdapat lima hari kerja maka $1011,5 + 1691,55$
 : 10 : 5 = 54,061 minggu.

1.2. Perhitungan dengan pesawat terbang mesin ganda

Analisa gambar :



Gambar 2. Model Antrian Ganda Pelayan Ganda Dengan Pesawat
 Terbang Mesin Ganda.

Data-data yang diperoleh bahwa dengan model sistem
 ini dapat diatur sedemikian dengan jumlah pesawat terbang
 4 unit atau $c = 4$ dan dengan 2 pelayanan paralel dan dis-
 tribusi pemasukan kesistem juga paralel maka dari jumlah
 maksimum 29 ($=N$) di distribusi ke sistem 15 ($=r$) orang tiap
 jam demikian seterusnya sampai terlayani ke 145 siswa

tersebut tiap hari maka :

$$c = 4, \tau = 15/\text{jam} \\ \mu = 0,75/\text{jam} \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} c = 4, \tau = 15/\text{jam} \\ \mu = 0,75/\text{jam} \end{matrix}} \right\} \rho = \frac{\tau}{\mu} = \frac{15}{0,75} = 20$$

$$N = 29$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^c \left(\frac{1}{n!} \right) (\rho)^n + \left(\frac{1}{c!} \right) (\rho)^n \sum_{n=c+1}^N \left(\frac{\tau}{c\mu} \right)^{n-c} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^4 \left(\frac{1}{n!} \right) (20)^n + \left(\frac{1}{4!} \right) (20)^4 \sum_{n=5}^{29} \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{n-4} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\frac{1}{0!} 20^0 + \frac{1}{1!} 20^1 + \frac{1}{2!} 20^2 + \frac{1}{3!} 20^3 + \frac{1}{4!} 20^4 + \frac{1}{4!} 20^4 + \right. \\ \left. \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^1 + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^2 + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^3 + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^4 + \right. \\ \left. \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^5 + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^6 + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^7 + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^8 + \right. \\ \left. \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^9 + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{10} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{11} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{12} + \right. \\ \left. \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{13} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{14} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{15} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{16} + \right. \\ \left. \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{17} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{18} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{19} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{20} + \right. \\ \left. \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{21} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{22} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{23} + \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{24} + \right. \\ \left. \left(\frac{15}{4 \cdot 0,75} \right)^{25} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 20 + 200 + 1333,3 + 6666,7 + 6666,7 (5 + 25 + 125 \\ + 625 + 3125 + 15625 + 78125 + 390625 + 1953125 +$$

$$\begin{aligned}
& 9765625 + 48828125 + 2,44 \cdot 10^{08} + 1,22 \cdot 10^{09} + 6,1 \cdot 10^{09} + \\
& 3,05 \cdot 10^{10} + 1,53 \cdot 10^{11} + 7,63 \cdot 10^{11} + 3,81 \cdot 10^{12} + \\
& 1,91 \cdot 10^{13} + 9,54 \cdot 10^{13} + 4,77 \cdot 10^{14} + 2,38 \cdot 10^{15} + \\
& 1,19 \cdot 10^{16} + 5,96 \cdot 10^{16} + 2,98 \cdot 10^{17} \text{]}^{-1} \\
& = [8221 + 6666,7(3,7 \cdot 10^{17}) \text{]}^{-1} \\
& = [8221 + 2,47 \cdot 10^{21} \text{]}^{-1}
\end{aligned}$$

$$P_0 = 4,05 \cdot 10^{-22}$$

$$\begin{aligned}
1. \quad E(n_w) &= \frac{\rho^c \left(\frac{\rho}{c}\right) P_0}{c! \left(1 - \frac{\rho}{c}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c} - (N-c) \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c} \left(1 - \frac{\rho}{c}\right) \right] \\
&= \frac{20^4 \left(\frac{20}{4}\right) 4,05 \cdot 10^{-22}}{4! \left(1 - \frac{20}{4}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{20}{4}\right)^{29-4} - (29-4) \left(\frac{20}{4}\right)^{25} \right. \\
&\quad \left. \left(1 - \frac{20}{4}\right) \right] \\
&= \frac{3,24 \cdot 10^{-16}}{384} [1 - 2,98 \cdot 10^{17} - (25)2,98 \cdot 10^{17}(-4)] \\
&= 8,44 \cdot 10^{-19} (2,95 \cdot 10^{19}) = 24,9 \approx 25 \text{ orang/jam}
\end{aligned}$$

$$2. \quad E(n_t) = E(n_w) + c - \sum_{n=0}^{c-1} (c-n) P_n$$

$$E(n_t) = 24,9 + 4 - \sum_{n=0}^3 (4-n) P_n$$

dimana : $P_n = P_0, P_1, P_2, P_3$, dan

$$P_n = \frac{1}{n!} (\lambda)^n P_0 \Rightarrow P_1 = \frac{1}{1!} (20)^1 4,05 \cdot 10^{-22} = 8,1 \cdot 10^{-21}$$

$$P_2 = \frac{1}{2!} (20)^2 4,05 \cdot 10^{-22} = 8,1 \cdot 10^{-20}$$

$$P_3 = \frac{1}{3!} (20)^3 4,05 \cdot 10^{-22} = 5,4 \cdot 10^{-19}$$

$$\begin{aligned} E(n_t) &= 24,9 + 4 - [(4 - 0)4,05 \cdot 10^{-22} + (4 - 1)8,1 \cdot 10^{-21} \\ &\quad + (4 - 2)8,1 \cdot 10^{-20} + (4 - 3)5,4 \cdot 10^{-19}] \\ &= 24,9 + 4 - (1,62 \cdot 10^{-21} + 2,43 \cdot 10^{-20} + 1,62 \cdot 10^{-19} \\ &\quad + 5,4 \cdot 10^{-19}) \\ &= 24,9 + 4 - 7,3 \cdot 10^{-19} \\ &= 28,9 \approx 29 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$3. E(T_w) = \frac{E(n_w)}{\tau_{\text{eff}}} \text{ dimana } \tau_{\text{eff}} = \mu \left[c - \sum_{n=0}^{c-1} (c - n) P_n \right]$$

$$\tau_{\text{eff}} = 0,75 \left[4 - \sum_{n=0}^3 (4 - n) P_n \right]$$

$$\begin{aligned} \tau_{\text{eff}} &= 0,75 \{ 4 - [(4 - 0)4,05 \cdot 10^{-22} + (4 - 1)8,1 \cdot 10^{-21} \\ &\quad + (4 - 2)8,1 \cdot 10^{-20} + (4 - 3)5,4 \cdot 10^{-19}] \} \\ &= 0,75 [4 - (1,62 \cdot 10^{-21} + 2,43 \cdot 10^{-20} + 1,62 \cdot 10^{-19} \\ &\quad + 5,4 \cdot 10^{-19})] \\ &= 0,75 (4 - 7,3 \cdot 10^{-19}) \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\text{maka : } E(T_w) = \frac{24,9}{3} = 8,3 \text{ jam}$$

$$4. E(T_t) = \frac{E(n_t)}{\tau_{\text{eff}}} = \frac{28,9}{3} = 9,63 \text{ jam}$$

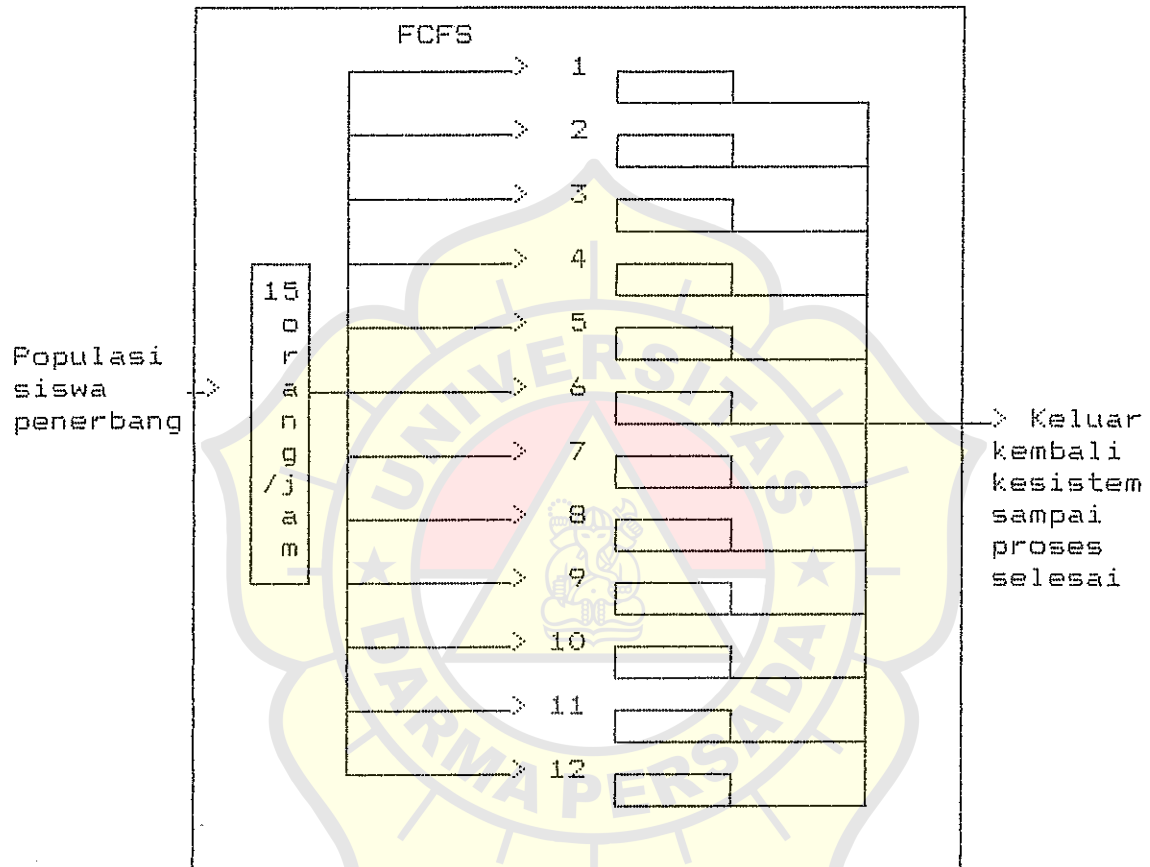
Jadi untuk menyelesaikan 1 jam terbang dibutuhkan waktu tiap-tiap siswa harus berada dalam sistem selama 9,63 jam atau untuk 175 jam terbang diperlukan total waktu $9,63 \times 35 = 337,05$ jam. dan untuk mendapat giliran masuk ke sistem 1 kali jam terbang tiap-tiap orang mendapat waktu 145 orang : 15 orang/jam = 9,666 jam dan totalnya $35 \times 9,666 \text{ jam} = 338,31 \text{ jam}$.

Jika dalam satu hari terdapat 10 jam kerja dan dalam satu minggu terdapat lima hari kerja maka $337,05 + 338,31 : 10 : 5 = 13,5$ minggu.

2. Perhitungan menggunakan model antrian tunggal pelayan ganda.

2.1. Proses latihan terbang dengan pesawat terbang mesin tunggal.

Sistem Antrian



Gambar 3.

kemudian diketahui :

$S = 12$, $M = 58$, $\tau = 15$ orang/jam dan

$$1/\mu = 79,956 \text{ menit/orang} \Rightarrow \mu = 0,75 \text{ orang/jam maka } \rho = \frac{\tau}{\mu} = \frac{15}{0,75} = 20$$

Dimana Urutan Perhitungan sebagai berikut :

1. Menghitung panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani.
2. Menghitung waktu menunggu tidak termasuk waktu pelayanan
3. Menghitung waktu menunggu termasuk waktu pelayanan.

Untuk melakukan perhitungan dengan model Antrian Tunggal Pelayanan ganda tentunya, dengan kasus yang ada tidak dapat dilakukan perhitungan secara langsung mengingat:

1. P siagian berteori dengan judul bukunya Penelitian Operasional mengingat masalah ini bahwa kapasitas garis tunggu adalah terbatas. Maka laju pertibaan τ akan menjadi nol jika garis tunggu sudah penuh. Oleh karena itu laju pertibaan yang dihitung ialah laju pertibaan yang efektif saja (τ_{eff})
2. Dari persyaratan rumus bahwa model ini akan berlaku jika $\tau < S\mu$ (tingkat kedatangan rata-rata lebih kecil dari tingkat pelayanan rata-rata maksimum).

Dari ketentuan diatas maka penulis akan melakukan perhitungan dengan $\tau = \tau_{eff}$

Dari perhitungan dengan model Antrian ganda pelayan ganda diatas maka diperoleh :

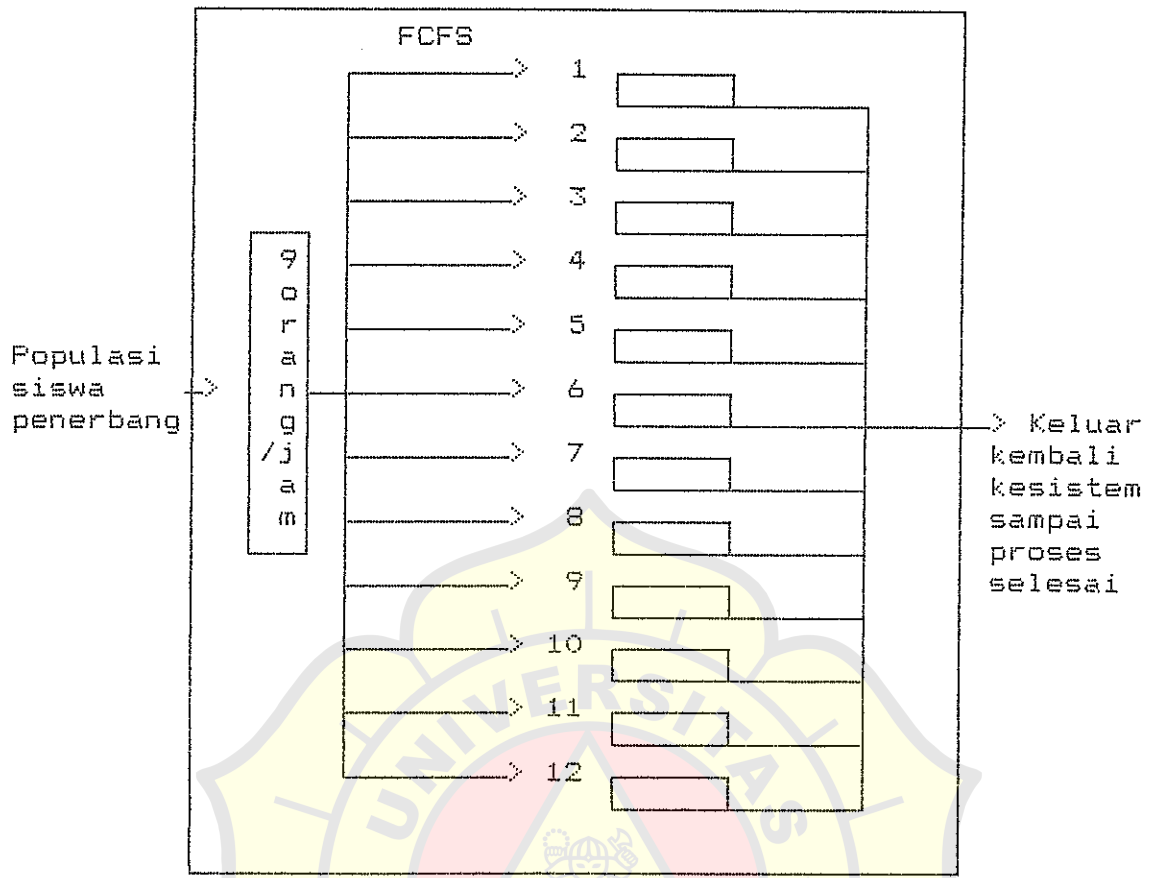
Untuk Proses dengan pesawat terbang mesin tunggal jumlah pesawat terbang 12 (S) unit dengan tingkat pelayanan rata-rata (μ) = 0,75 orang/jam dan tingkat pelayanan rata-rata maksimum $S\mu = 12$ dimana :

$$\tau_{\text{eff}} = 0,75 \left[12 - \sum_{n=0}^{11} (12 - n)P_n \right]$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \tau_{\text{eff}} &= 0,75 \{12 - [(12 - 0)P_0 + (12 - 1)P^1 + (12 - 2)P^2 + \\ &(12 - 3)P^3 + (12 - 4)P^4 + (12 - 5)P^5 + (12 - 6)P^6 + \\ &(12 - 7)P^7 + (12 - 8)P^8 + (12 - 9)P^9 + (12 - 10)P^{10} \\ &+ (12 - 11)P^{11}] \\ &= 0,75 \{12 - [(12)2,66 \cdot 10^{-18} + (11)5,32 \cdot 10^{-17} + \\ &(10)5,32 \cdot 10^{-16} + (9)3,55 \cdot 10^{-15} + (8)1,77 \cdot 10^{-14} + \\ &(7)7,09 \cdot 10^{-14} + (6)2,36 \cdot 10^{-13} + (5)6,76 \cdot 10^{-13} + \\ &(4)1,69 \cdot 10^{-12} + (3)3,75 \cdot 10^{-12} + (2)7,5 \cdot 10^{-12} + \\ &(1)1,36 \cdot 10^{-11}] \\ &= 0,75 \{12 - (3,19 \cdot 10^{-17} + 5,85 \cdot 10^{-16} + 5,32 \cdot 10^{-15} \\ &+ 3,195 \cdot 10^{-14} + 1,4 \cdot 10^{-13} + 4,96 \cdot 10^{-13} + 1,4 \cdot 10^{-12} \\ &+ 3,38 \cdot 10^{-12} + 6,76 \cdot 10^{-12} + 1,13 \cdot 10^{-11} + 1,5 \cdot 10^{-11} \\ &+ 1,36 \cdot 10^{-11}) \\ &= 9 \end{aligned}$$

dan gambar sistem menjadi :

Sistem Antrian



Gambar 3a.

Rumus :

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\tau/\mu)^n}{n!} + \frac{(\tau/\mu)^s}{s!} \frac{1}{1 - \tau/s\mu}}$$

dan

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\tau/\mu)^n}{n!} P_0 & \text{jika } 0 \leq n \leq s \\ \frac{(\tau/\mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0 & \text{jika } n \geq s \end{cases}$$

Dengan $\rho = \tau/s\mu$, maka

$$L_q = \frac{P_0 (\tau/\mu)^s \rho}{s! (1 - \rho)^2}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\tau} \quad ; \quad W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$L = \tau \left(W_q + \frac{1}{\mu} \right) = L_q + \frac{\tau}{\mu}$$

Maka

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\tau/\mu)^n}{n!} + \frac{(\tau/\mu)^s}{s!(1 - \tau/s\mu)}}$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{11} \frac{(9/0,75)^n}{n!} + \frac{(9/0,75)^{12}}{12!(1 - 9/12)}}$$

$$= \left[\frac{12^0}{0!} + \frac{12^1}{1!} + \frac{12^2}{2!} + \frac{12^3}{3!} + \frac{12^4}{4!} + \frac{12^5}{5!} + \frac{12^6}{6!} + \frac{12^7}{7!} + \frac{12^8}{8!} + \frac{12^9}{9!} + \frac{12^{10}}{10!} + \frac{12^{11}}{11!} + \frac{12^{12}}{4,79 \cdot 10^{08} (0,25)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = (1 + 12 + 72 + 288 + 864 + 2073,6 + 4147,2 + 7109,49 + 10664,23 + 14218,97 + 17062,766 + 18613,926 + 74424,9)^{-1}$$

$$= (149552)^{-1}$$

$$P_0 = 6,7 \cdot 10^{-06}$$

Dengan $\rho = \tau/s\mu$, maka $\rho = 9/12 = 0,75$

$$1. \quad L_q = \frac{P_0 (\tau/\mu)^s \rho}{s! (1 - \rho)^2}$$

$$L_q = \frac{6,7 \cdot 10^{-06} (9/0,75)^{12} \cdot 0,75}{12! (1 - 0,75)^2}$$

$$= \frac{44803405}{29937600}$$

$$L_q = 1,49 \approx 2 \text{ orang}$$

$$2. \quad W_q = \frac{L_q}{\tau} = \frac{1,49}{9} = 0,166 \text{ jam}$$

$$3. \quad W = W_q + \frac{1}{\mu} = 0,166 + \frac{1}{0,75} = 1,49 \text{ jam}$$

$$L = \tau \left(W_q + \frac{1}{\mu} \right) = L_q + \frac{\tau}{\mu}$$

$$L = L_q + \frac{\tau}{\mu} = 1,49 + \frac{9}{0,75} = 13,49 \approx 14 \text{ orang}$$

Jadi untuk menyelesaikan proses 175 jam terbang dimana untuk satu jam terbang dibutuhkan waktu 2,623 jam adalah $175 \times 1,49 \text{ jam} = 260,75 \text{ jam}$ dan untuk mendapat giliran satu jam terbang setiap siswa membutuhkan waktu $145 : 9 = 16,1111 \text{ jam}$ dan 175 jam terbang adalah $175 \times 16,1111 = 2819,44 \text{ jam}$ maka total waktunya $260,75 + 2819,44 = 3080,19 \text{ jam}$.

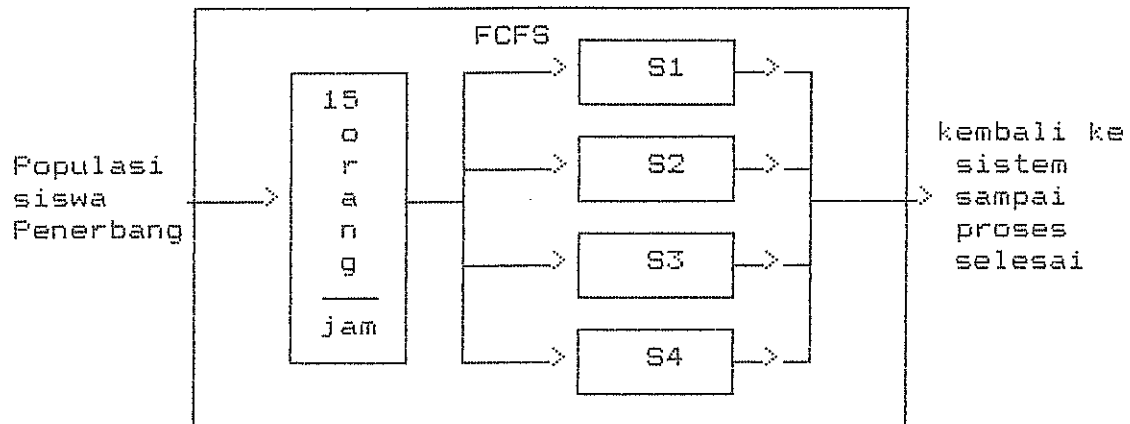
Jika dalam satu hari terdapat 10 jam kerja dan dalam satu minggu terdapat 5 hari kerja maka total waktu yang dibutuhkan adalah $3080,19 : 10 : 5 = 61,6 \text{ minggu}$.

4.2. Perhitungan dengan menggunakan Pesawat terbang mesin ganda

Analisa model gambar dengan ketentuan $S = 2 \text{ } 1/\mu = 79,956$

menit/orang, $\mu = 0,75 \text{ orang/jam}$ dan $\tau = 15 \text{ orang/jam}$.

Sistem antrian



Gambar 4.

Untuk melakukan perhitungan dengan model Antrian Tunggal Pelayanan ganda tentunya, dengan kasus yang ada tidak dapat dilakukan perhitungan secara langsung mengingat:

1. P siagian berteori dengan judul bukunya Penelitian Operasional mengingat masalah ini bahwa kapasitas garis tunggu adalah terbatas. Maka laju pertibaan τ akan menjadi nol jika garis tunggu sudah penuh. Oleh karena itu laju pertibaan yang dihitung ialah laju pertibaan yang efektif saja (τ_{eff})
2. Dari persyaratan rumus bahwa model ini akan berlaku jika $\tau < S\mu$ (tingkat kedatangan rata-rata lebih kecil dari tingkat pelayanan rata-rata maksimum).

Dari ketentuan diatas maka penulis akan melakukan perhitungan dengan $\tau = \tau_{eff}$

Dari perhitungan dengan model Antrian ganda pelayan ganda diatas maka diperoleh :

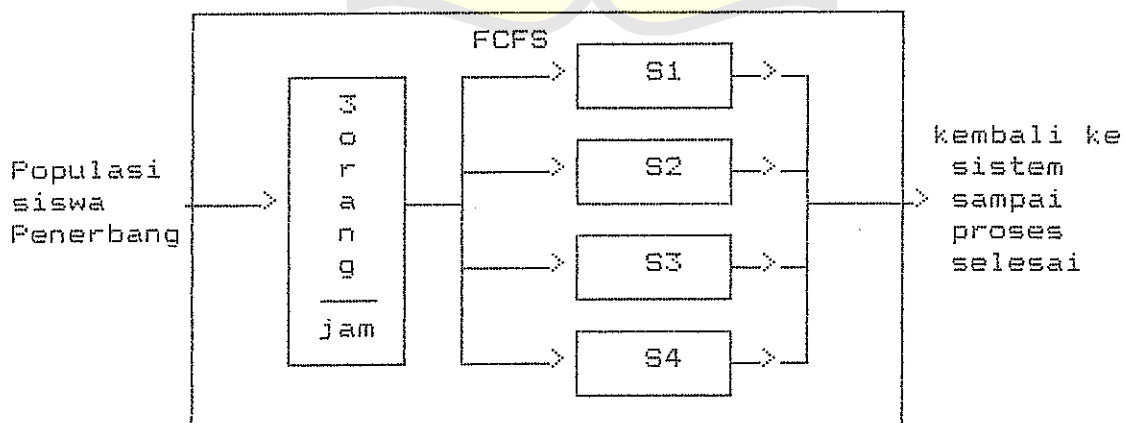
Untuk Proses dengan pesawat terbang mesin tunggal jumlah pesawat terbang 4 (S) unit dengan tingkat pelayanan rata-rata (μ) = 0,75 orang/jam dan tingkat pelayanan rata-rata maksimum $S\mu = 4$ dimana :

$$\tau_{eff} = 0,75 \left[4 - \sum_{n=0}^3 (4 - n)F_n \right]$$

$$\begin{aligned} \tau_{eff} &= 0,75 \{ 4 - [(4 - 0)4,05 \cdot 10^{-22} + (4 - 1)8,1 \cdot 10^{-21} \\ &\quad + (4 - 2)8,1 \cdot 10^{-20} + (4 - 3)5,4 \cdot 10^{-19}] \} \\ &= 0,75 [4 - (1,62 \cdot 10^{-21} + 2,43 \cdot 10^{-20} + 1,62 \cdot 10^{-19} \\ &\quad + 5,4 \cdot 10^{-19})] \\ &= 0,75 (4 - 7,3 \cdot 10^{-19}) \\ &= 3 \end{aligned}$$

dengan demikian gambar sistem menjadi :

Sistem antrian



Gambar 4a.

Rumus :

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\tau/\mu)^n}{n!} + \frac{(\tau/\mu)^s}{s!} \frac{1}{1 - \tau/s\mu}}$$

dan

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\tau/\mu)^n}{n!} P_0 & \text{jika } 0 \leq n \leq s \\ \frac{(\tau/\mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0 & \text{jika } n \geq s \end{cases}$$

Dengan $\rho = \tau/s\mu$, maka

$$L_q = \frac{P_0 (\tau/\mu)^s \rho}{s! (1 - \rho)^2}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\tau}; \quad W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$L = \tau \left(W_q + \frac{1}{\mu} \right) = L_q + \frac{\tau}{\mu}$$

Maka

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\tau/\mu)^n}{n!} + \frac{(\tau/\mu)^s}{s!(1 - \tau/s\mu)}}$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^3 \frac{(3/0,75)^n}{n!} + \frac{(3/0,75)^5}{12!(1 - 3/4)}}$$

$$= \left[\frac{4^0}{0!} + \frac{4^1}{1!} + \frac{4^2}{2!} + \frac{4^3}{3!} + \frac{4^4}{4!(0,25)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = (1 + 4 + 8 + 10,67 + 42,67)^{-1}$$

$$= (66,34)^{-1}$$

$$P_0 = 0,015$$

Dengan $\rho = \tau/s\mu$, maka $\rho = 3/4 = 0,75$

$$1. \quad L_q = \frac{P_0 (\tau/\mu)^S \rho}{S! (1-\rho)^2}$$

$$L_q = \frac{0,015 (3/0,75)^3 0,75}{4! (1-0,75)^2}$$

$$= \frac{2,88}{1,5}$$

$$L_q = 1,92 \approx 2 \text{ orang}$$

$$2. \quad W_q = \frac{L_q}{\tau} = \frac{2}{3} = 0,67 \text{ jam}$$

$$3. \quad W = W_q + \frac{1}{\mu} = 0,67 + \frac{1}{0,75} = 2 \text{ jam}$$

$$L = \tau (W_q + \frac{1}{\mu}) = L_q + \frac{\tau}{\mu}$$

$$L = L_q + \frac{\tau}{\mu} = 1,92 + \frac{3}{0,75} = 5,92 \approx 6 \text{ orang}$$

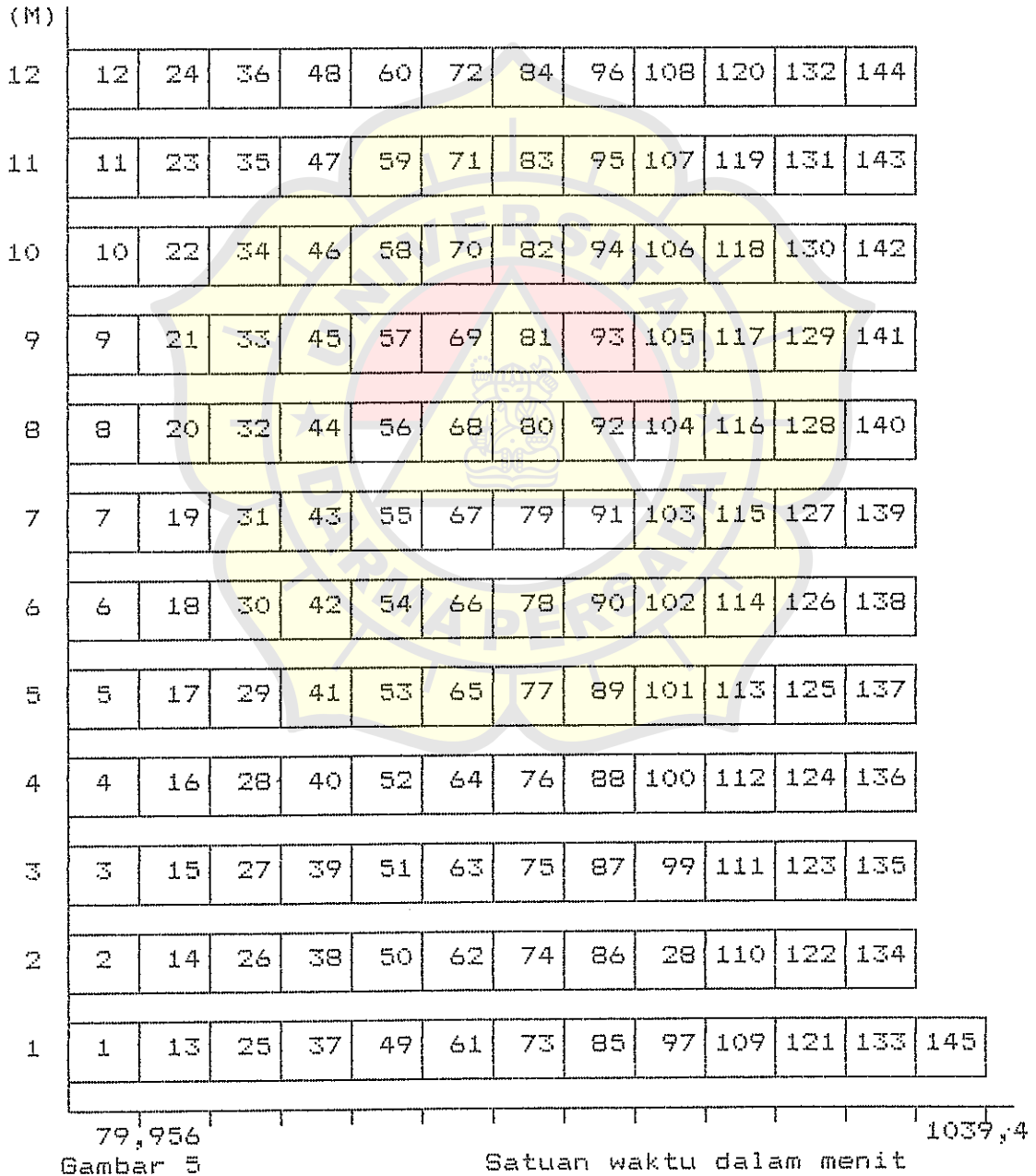
Jadi untuk menyelesaikan proses 35 jam terbang dimana untuk satu jam terbang dibutuhkan waktu 2 jam adalah $35 \times 2 \text{ jam} = 70 \text{ jam}$ dan untuk mendapat giliran satu jam terbang setiap siswa membutuhkan waktu $145 : 3 = 48,333 \text{ jam}$ dan 35 jam terbang adalah $35 \times 48,333 = 1691,667 \text{ jam}$ maka total waktunya $70 + 1691,667 = 1761,667 \text{ jam}$.

Jika dalam satu hari terdapat 10 jam kerja dan dalam satu minggu terdapat 5 hari kerja maka total waktu yang dibutuhkan adalah $1761,667 : 10 : 5 = 35,2 \text{ minggu}$.

3. Pemecahan masalah dengan menggunakan model n job

m fasilitas.

3.1. Proses menggunakan pesawat terbang mesin tunggal dengan jumlah pesawat terbang = 12 unit. Karena waktu pelayanan tiap-tiap siswa sama yaitu untuk 1 jam terbang adalah 79,956 menit dan jumlah siswa yang harus dilayani adalah 145 orang maka gambar sistem sebagai berikut :



Karena proses ini dilakukan 175 jam terbang maka agar setiap pesawat terbang mempunyai panjang proses yang sama maka siswa ke 145 pada pesawat terbang nomor 1 proses berikutnya bergeser pada pesawat terbang nomor 2 demikian seterusnya sehingga masing-masing pesawat terbang mengalami waktu proses yang seimbang.

Demikian seterusnya setelah menggunakan pesawat terbang nomor 12 (dua belas) kembali ke pesawat terbang yang pertama sampai proses selesai.

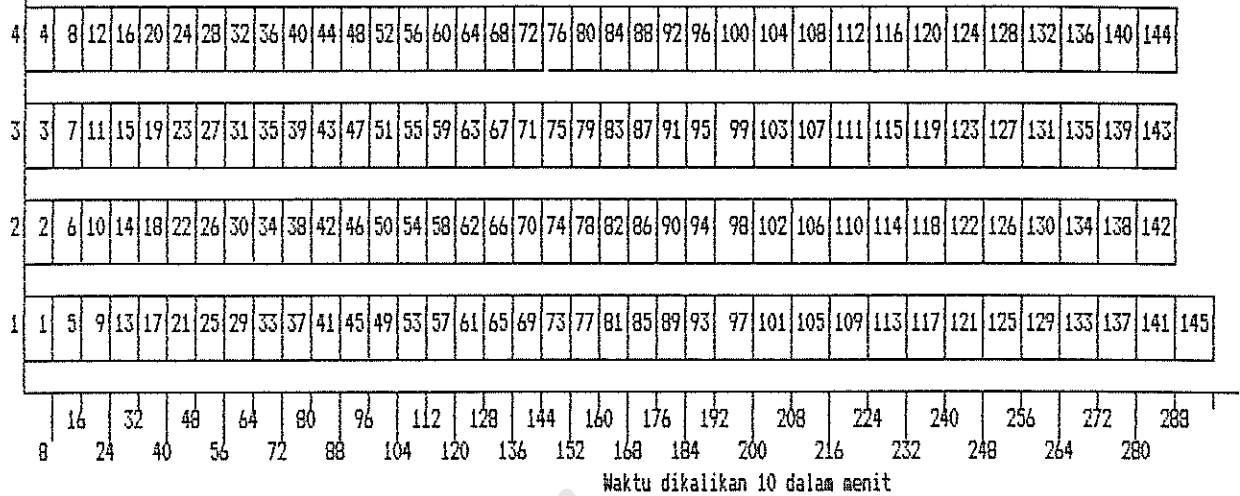
Dengan demikian untuk menyelesaikan proses 175 jam diperlukan waktu $175 \times 1039,4 \text{ menit} = 181899,55 \text{ menit} = 3031,66 \text{ jam}$.

Jika dalam satu hari tersedia 10 jam kerja dan dalam satu minggu tersedia 5 hari kerja maka untuk proses terbang ini dapat diselesaikan $3031,66 : 10 : 5 = 60,63 \text{ minggu}$

3.2. Proses terbang dengan pesawat terbang mesin ganda.

Jumlah pesawat terbang 4 unit dengan rata-rata satu jam terbang proses 79,956 menit lama proses 35 jam terbang.

(M)



Gambar Sistem proses terbang menggunakan 4 pesawat terbang.

Gambar Sistem untuk 1 jam terbang

Karena proses ini dilakukan 35 jam terbang maka agar setiap pesawat terbang mempunyai panjang proses yang sama maka untuk urutan ke 145 pada pesawat terbang nomor 1 proses berikutnya bergeser pada pesawat terbang nomor 2 demikian seterusnya sehingga masing-masing pesawat terbang mengalami waktu proses yang seimbang.

Dengan demikian untuk menyelesaikan proses 35 jam diperlukan waktu 35×2880 menit = 100800 menit = 1680 jam.

Jika dalam satu hari tersedia 10 jam kerja dan dalam satu minggu tersedia 5 hari kerja maka untuk proses terbang ini dapat diselesaikan $1680 : 10 = 168$ hari atau $168 : 5 = 33,6$ minggu

4. Perhitungan dengan τ_{eff}

Tetapi akibatnya penambahan jumlah pesawat terbang sebanyak 12 unit dan jika 1 unit pesawat terbang seharga \$250000 maka $12 \times \$250000 = \3 juta.

Demikian halnya dengan pesawat terbang mesin ganda Estimasi jumlah c Jika $c = 4 \Rightarrow \tau_{eff} = 3$ atau

$4 : 3 = c : 17$ maka $c = 17 \times 4 : 3 = 22,6 \Rightarrow 22$ atau $23,24$

dan seterusnya, dan harga pesawat terbang satu unitnya sekitar \$900000 jika 24 unit maka $900000 \times 24 = \$21,6$ juta

$\Rightarrow \tau = 17$

Tiap orang ditargetkan terlayani 1 kali terbang =

79,956 menit = $(1/\mu) \Rightarrow \mu = 0,75$

Jumlah pesawat terbang adalah 22 unit $\Rightarrow c = 22$

sehingga $\rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{17}{0,75} = 22,7$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^c \left(\frac{1}{n!} \right) (\rho)^n + \left(\frac{1}{c!} \right) (\rho)^n \sum_{n=c+1}^N \left(\frac{\tau}{c\mu} \right)^{n-c} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{22} \left(\frac{1}{n!} \right) (22,7)^n + \left(\frac{1}{22!} \right) (22,7)^{22} \sum_{n=23}^{58} \left(\frac{17}{22 \cdot 0,75} \right)^{n-22} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\frac{1}{0!} 22,7^0 + \frac{1}{1!} 22,7^1 + \frac{1}{2!} 22,7^2 + \frac{1}{3!} 22,7^3 + \frac{1}{4!} 22,7^4 + \frac{1}{5!} 22,7^5 + \frac{1}{6!} 22,7^6 + \frac{1}{7!} 22,7^7 + \frac{1}{8!} 22,7^8 + \frac{1}{9!} 22,7^9 + \dots \right]$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{10!} 22,7^{10} + \frac{1}{11!} 22,7^{11} + \frac{1}{12!} 22,7^{12} + \frac{1}{13!} 22,7^{13} + \frac{1}{13!} 22,7^{14} \\
& + \frac{1}{15!} 22,7^{15} + \frac{1}{16!} 22,7^{16} + \frac{1}{17!} 22,7^{17} + \frac{1}{18!} 22,7^{18} + \frac{1}{19!} 22,7^{19} \\
& + \frac{1}{20!} 22,7^{20} + \frac{1}{21!} 22,7^{21} + \frac{1}{22!} 22,7^{22} + \frac{1}{22!} 22,7^{22} \left[\left(\frac{17}{16,5}\right) + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{16,5}\right)^2 + \left(\frac{17}{16,5}\right)^3 + \left(\frac{17}{16,5}\right)^4 + \left(\frac{17}{16,5}\right)^5 + \left(\frac{17}{16,5}\right)^6 + \left(\frac{17}{16,5}\right)^7 + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{16,5}\right)^8 + \left(\frac{17}{16,5}\right)^9 + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{10} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{11} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{12} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{13} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{16,5}\right)^{14} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{15} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{16} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{17} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{18} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{19} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{16,5}\right)^{20} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{21} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{22} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{23} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{24} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{25} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{16,5}\right)^{26} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{27} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{28} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{29} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{30} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{31} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{16,5}\right)^{32} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{33} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{34} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{35} + \left(\frac{17}{16,5}\right)^{36} \right]^{-1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_0 = & [1 + 22,7 + 257,6 + 1949,5 + 11063,5 + 50228,2 + \\
& 190030 + 616240,8 + 1748583,3 + 4410315,7 + 10011417 + \\
& 20659924 + 39081689 + 68242641 + 1,1 \cdot 10^{08} + 1,67 \cdot 10^{08} + \\
& 2,4 \cdot 10^{08} + 3,2 \cdot 10^{08} + 4 \cdot 10^{08} + 4,78 \cdot 10^{08} + 5,4 \cdot 10^{08} + 5,86 \\
& 10^{08} + 6,05 \cdot 10^{08} + 6,05 \cdot 10^{08} (1,03 + 1,06 + 1,09 + 1,12 + \\
& 1,15 + 1,18, + 1,21 + 1,24 + 1,27 + 1,30 + 1,33 + 1,36 + \\
& 1,39 + 1,42 + 1,45 + 1,48 + 1,51 + 1,54 + 1,57 + 1,60 +
\end{aligned}$$

$$1,63 + 1,66 + 1,69 + 1,72 + 1,75 + 1,78 + 1,81 + 1,84 + 1,87 + 1,90 + 1,93 + 1,96 + 1,99 + 2,02 + 2,05 + 2,08]^{-1}$$

$$P_0 = [3,6 \cdot 10^{09} + 4,78 \cdot 10^{08} (55,98)]^{-1}$$

$$= [3,6 \cdot 10^{09} + 2,68 \cdot 10^{10}]^{-1}$$

$$= 3,3 \cdot 10^{-11}$$

$$E(n_w) = \frac{\int^c \left(\frac{\int}{c}\right) P_0}{c! \left(1 - \frac{\int}{c}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{\int}{c}\right)^{N-c} - (N-c) \left(\frac{\int}{c}\right)^{N-c} \left(1 - \frac{\int}{c}\right) \right]$$

$$E(n_w) = \frac{22,7^{22} \left(\frac{22,7}{22}\right) 3,3 \cdot 10^{-11}}{22! \left(1 - \frac{22,7}{22}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{22,7}{22}\right)^{58-22} - (58-22) \left(\frac{22,7}{22}\right)^{58-22} \left(1 - \frac{22,7}{22}\right) \right]$$

$$= \frac{2,3 \cdot 10^{19}}{1,14 \cdot 10^{18}} [1 - 3,1 - [(36)(3,1)(-0,03)]]$$

$$= 20,175 (1,248)$$

$$= 25,18 \approx 26 \text{ orang}$$

$$a. E(n_t) = E(n_w) + c - \sum_{n=0}^{c-1} (c-n) P_n$$

$$E(n_t) = E(n_w) + 22 - \sum_{n=0}^{21} (22-n) P_n$$

dimana P_n adalah $P_0, P_1, P_2, P_3, \dots, P_{21}$ dan

$$P_n = \frac{1}{n!} \left(\frac{\int}{c}\right)^n P_0$$

$$P_1 = \frac{1}{1!} (22,7)^1 3,3 \cdot 10^{-11} = 7,5 \cdot 10^{-10}$$

$$P_2 = \frac{1}{2!} (22,7)^2 3,3 \cdot 10^{-11} = 8,5 \cdot 10^{-9}$$

$$P_3 = 1949,5 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 6,4 \cdot 10^{-8}$$

$$P_4 = 11063,5 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 3,65 \cdot 10^{-7}$$

$$P_5 = 50228,2 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 1,65 \cdot 10^{-6}$$

$$P_6 = 190030 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 6,3 \cdot 10^{-6}$$

$$P_7 = 616240,8 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_8 = 1748583,3 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 5,8 \cdot 10^{-5}$$

$$P_9 = 4410315,7 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 1,455 \cdot 10^{-4}$$

$$P_{10} = 10011417 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 3,3 \cdot 10^{-4}$$

$$P_{11} = 20659924 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 6,8 \cdot 10^{-4}$$

$$P_{12} = 39081689 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{13} = 68242641 (3,3 \cdot 10^{-11}) = 2,3 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{14} = 1,1 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{15} = 1,67 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 5,5 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{16} = 2,4 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 7,9 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{17} = 3,2 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 0,01$$

$$P_{18} = 4 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 0,01$$

$$P_{19} = 4,78 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 0,02$$

$$P_{20} = 5,4 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 0,02$$

$$P_{21} = 5,86 \cdot 10^{08} (3,3 \cdot 10^{-11}) = 0,02$$

Maka

$$\begin{aligned}
 E(n_t) &= 25,18 + 22 - [(22 - 0)P_0 + (22 - 1)P^1 + (22 - 2)P^2 + \\
 &\quad (22 - 3)P^3 + (22 - 4)P^4 + (22 - 5)P^5 + (22 - 6)P^6 + \\
 &\quad (22 - 7)P^7 + (22 - 8)P^8 + (22 - 9)P^9 + (22 - 10)P^{10} \\
 &\quad + (22 - 11)P^{11} + (22 - 12)P^{12} + (22 - 13)P^{13} + \\
 &\quad (22 - 14)P^{14} + (22 - 15)P^{15} + (22 - 16)P^{16} + \\
 &\quad (22 - 17)P^{17} + (22 - 18)P^{18} + (22 - 19)P^{19} + \\
 &\quad (22 - 20)P^{20} + (22 - 21)P^{21}] \\
 &= 47,8 - [(22)3,3 \cdot 10^{-11} + (21)7,5 \cdot 10^{-10} + (20)8,5 \cdot 10^{-09} \\
 &\quad + (19)6,4 \cdot 10^{-08} + (18)3,65 \cdot 10^{-07} + (17)1,65 \cdot 10^{-06} \\
 &\quad + (16)6,3 \cdot 10^{-06} + (15)2 \cdot 10^{-05} + (14)5,8 \cdot 10^{-05} \\
 &\quad + (13)1,5 \cdot 10^{-04} + (12)3,3 \cdot 10^{-04} + (11)6,8 \cdot 10^{-04} \\
 &\quad + (10)1,3 \cdot 10^{-03} + (9)2,3 \cdot 10^{-03} + (8)3,6 \cdot 10^{-03} \\
 &\quad + (7)5,5 \cdot 10^{-03} + (6)7,9 \cdot 10^{-03} + (5)0,01 + (4)0,01 + \\
 &\quad (3)0,02 + (2)0,02 + (1)0,02] \\
 &= 47,8 - [7,26 \cdot 10^{-10} + 1,58 \cdot 10^{-08} + 1,7 \cdot 10^{-07} + \\
 &\quad 1,2 \cdot 10^{-06} + 6,6 \cdot 10^{-06} + 2,8 \cdot 10^{-05} + \\
 &\quad 1 \cdot 10^{-04} + 3 \cdot 10^{-04} + 8,12 \cdot 10^{-04} + \\
 &\quad 1,95 \cdot 10^{-03} + 3,96 \cdot 10^{-03} + 7,5 \cdot 10^{-03} + \\
 &\quad 0,013 + 0,02 + 0,03 + \\
 &\quad 0,04 + 0,047 + 0,05 + 0,04 + 0,06 + 0,04 + 0,02]
 \end{aligned}$$

$$= 47,8 - 0,37 = 47,4 \approx 48 \text{ orang}$$

$$d. E(T_w) = \frac{E(n_w)}{\tau_{\text{eff}}} \text{ dimana } \tau_{\text{eff}} = 17$$

$$\Rightarrow E(T_w) = \frac{25,18}{17} = 1,48 \text{ jam}$$

$$c. E(T_t) = \frac{E(n_t)}{\tau_{\text{eff}}} = \frac{47,4}{17} = 2,79 \text{ jam}$$

Karena Waktu menunggu dalam sistem termasuk waktu pelayanan masih lebih besar dari waktu yang diinginkan maka perhitungan selanjutnya dicoba dengan jumlah Pesawat terbang 23 unit

$$C = 23$$

$$\text{dimana } \rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{17}{0,75} = 22,7$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^c \frac{1}{n!} (\rho)^n + \frac{1}{c!} (\rho)^c \frac{N}{\sum_{n=c+1}^N \frac{1}{n-c} \rho^{n-c}} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{23} \frac{1}{n!} (22,7)^n + \frac{1}{23!} (22,7)^{23} \frac{58}{\sum_{n=24}^{58} \frac{1}{23} (22,7)^{n-23}} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\frac{1}{0!} 22,7^0 + \frac{1}{1!} 22,7^1 + \frac{1}{2!} 22,7^2 + \frac{1}{3!} 22,7^3 + \frac{1}{4!} 22,7^4 \right.$$

$$\left. + \frac{1}{5!} 22,7^5 + \frac{1}{6!} 22,7^6 + \frac{1}{7!} 22,7^7 + \frac{1}{8!} 22,7^8 + \frac{1}{9!} 22,7^9 + \frac{1}{10!} 22,7^{10} \right.$$

$$\left. + \frac{1}{11!} 22,7^{11} + \frac{1}{12!} 22,7^{12} + \frac{1}{13!} 22,7^{13} + \frac{1}{14!} 22,7^{14} + \frac{1}{15!} 22,7^{15} \right]$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{16!} 22,7^{16} + \frac{1}{17!} 22,7^{17} + \frac{1}{18!} 22,7^{18} + \frac{1}{19!} 22,7^{19} + \frac{1}{20!} 22,7^{20} \\
& + \frac{1}{21!} 22,7^{21} + \frac{1}{22!} 22,7^{22} + \frac{1}{23!} 22,7^{23} + \frac{1}{23!} 22,7^{23} \left[\left(\frac{17}{17,25} \right) + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{17,25} \right)^2 + \left(\frac{17}{17,25} \right)^3 + \left(\frac{17}{17,25} \right)^4 + \left(\frac{17}{17,25} \right)^5 + \left(\frac{17}{17,25} \right)^6 + \left(\frac{17}{17,25} \right)^7 + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{17,25} \right)^8 + \left(\frac{17}{17,25} \right)^9 + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{10} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{11} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{12} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{13} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{17,25} \right)^{14} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{15} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{16} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{17} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{18} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{19} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{17,25} \right)^{20} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{21} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{22} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{23} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{24} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{25} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{17,25} \right)^{26} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{27} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{28} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{29} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{30} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{31} + \right. \\
& \left. \left(\frac{17}{17,25} \right)^{32} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{33} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{34} + \left(\frac{17}{17,25} \right)^{35} \right]^{-1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_0 &= [1 + 22,7 + 257,6 + 1949,5 + 11063,5 + 50228,2 + \\
& 190030 + 616240,8 + 1748583,3 + 4410315,7 + 10011417 + \\
& 20659924 + 39081689 + 68242641 + 1,1 \cdot 10^{08} + 1,67 \cdot 10^{08} + 2,4 \\
& 10^{08} + 3,2 \cdot 10^{08} + 4 \cdot 10^{08} + 4,78 \cdot 10^{08} + 5,4 \cdot 10^{08} + 5,86 \cdot 10^{08} \\
& + 6,05 \cdot 10^{08} + 5,97 \cdot 10^{08} + 5,97 \cdot 10^{08}]^{-1} \quad (36)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_0 &= [4,2 \cdot 10^{08} + 5,97 \cdot 10^{08} (35)]^{-1} \\
&= [4,2 \cdot 10^{08} + 2,1 \cdot 10^{10}]^{-1} \\
&= 4,67 \cdot 10^{-11}
\end{aligned}$$

$$E(n_w) = \frac{\left(\frac{\lambda}{c}\right)^c P_0}{c! \left(1 - \frac{\lambda}{c}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{\lambda}{c}\right)^{N-c} - (N-c) \left(\frac{\lambda}{c}\right)^{N-c} \left(1 - \frac{\lambda}{c}\right) \right]$$

$$E(n_w) = \frac{22,7^{23} \left(\frac{22,7}{23}\right) 4,67 \cdot 10^{-11}}{23! \left(1 - \frac{22,7}{23}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{22,7}{23}\right)^{58-23} - (58-23) \left(\frac{22,7}{23}\right)^{58-23} \left(1 - \frac{22,7}{23}\right) \right]$$

$$= \frac{7 \cdot 10^{20}}{4,4 \cdot 10^{18}} [1 - 0,63 - [(35)(0,63)(0,01)]]$$

$$= 159 (0,15)$$

$$= 23,85 \approx 24 \text{ orang}$$

$$a. E(n_t) = E(n_w) + c - \sum_{n=0}^{c-1} (c-n) P_n$$

$$E(n_t) = E(n_w) + 23 - \sum_{n=0}^{22} (23-n) P_n$$

dimana P_n adalah $P_0, P_1, P_2, P_3, \dots, P_{22}$ dan

$$P_n = \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{c}\right)^n P_0$$

$$P_1 = \frac{1}{1!} (22,7)^1 4,7 \cdot 10^{-11} = 1,1 \cdot 10^{-09}$$

$$P_2 = \frac{1}{2!} (22,7)^2 4,7 \cdot 10^{-11} = 1,2 \cdot 10^{-08}$$

$$P_3 = 1949,5 4,7 \cdot 10^{-11} = 9,16 \cdot 10^{-08}$$

$$P_4 = 11063,5 4,7 \cdot 10^{-11} = 5,2 \cdot 10^{-07}$$

$$P5 = 50228,2 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 2,4 \cdot 10^{-06}$$

$$P6 = 190030 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 8,9 \cdot 10^{-06}$$

$$P7 = 616240,8 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 2,9 \cdot 10^{-05}$$

$$P8 = 1748583,3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 8,2 \cdot 10^{-05}$$

$$P9 = 4410315,7 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 2,1 \cdot 10^{-04}$$

$$P10 = 10011417 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 4,7 \cdot 10^{-04}$$

$$P11 = 20659924 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 9,7 \cdot 10^{-04}$$

$$P12 = 39081689 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 1,8 \cdot 10^{-03}$$

$$P13 = 68242641 \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 3,2 \cdot 10^{-03}$$

$$P14 = 1,1 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 5 \cdot 10^{-03}$$

$$P15 = 1,67 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 7,8 \cdot 10^{-03}$$

$$P16 = 2,4 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 0,01$$

$$P17 = 3,2 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 0,015$$

$$P18 = 4 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 0,02$$

$$P19 = 4,78 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 0,02$$

$$P20 = 5,4 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 0,025$$

$$P21 = 5,86 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 0,03$$

$$P22 = 6,05 \cdot 10^{08} \cdot 4,7 \cdot 10^{-11} = 0,03$$

Maka

$$E(n_t) = 23,85 + 23 - [(23 - 0)P_0 + (23 - 1)P_1 + (23 - 2)P_2 + (23 - 3)P_3 + (23 - 4)P_4 + (23 - 5)P_5 + (23 - 6)P_6 + (23 - 7)P_7 + (23 - 8)P_8 + (23 - 9)P_9 + (23 - 10)P_{10}]$$

$$\begin{aligned}
& + (23 - 11)P_{11} + (23 - 12)P_{12} + (23 - 13)P_{13} + \\
& (23 - 14)P_{14} + (23 - 15)P_{15} + (23 - 16)P_{16} + \\
& (23 - 11)P_{17} + (23 - 18)P_{18} + (23 - 19)P_{19} + \\
& (23 - 20)P_{20} + (23 - 21)P_{21} + (23 - 22)P_{22}] \\
= & 46,85 - [(23)4,7 \cdot 10^{-11} + (22)1,1 \cdot 10^{-09} + \\
& (21)1,2 \cdot 10^{-08} + (20)9,16 \cdot 10^{-08} + (19)5,2 \cdot 10^{-07} + \\
& (18)2,4 \cdot 10^{-06} + (17)8,9 \cdot 10^{-06} + (16)2,9 \cdot 10^{-05} + \\
& (15)8,2 \cdot 10^{-05} + (14)2,1 \cdot 10^{-04} + (13)4,7 \cdot 10^{-04} + \\
& (12)9,7 \cdot 10^{-04} + (11)1,8 \cdot 10^{-03} + (10)3,2 \cdot 10^{-03} + \\
& (9)5 \cdot 10^{-03} + (8)7,8 \cdot 10^{-03} + (7)0,01 + (6)0,015 + \\
& (5)0,02 + (4)0,02 + (3)0,025 + (2)0,03 + (1)0,03] \\
= & 46,85 - [1 \cdot 10^{-09} + 2,4 \cdot 10^{-08} \\
& 2,5 \cdot 10^{-07} + 1,8 \cdot 10^{-06} + 9,88 \cdot 10^{-06} + \\
& 4,3 \cdot 10^{-05} + 1,5 \cdot 10^{-04} + 4,6 \cdot 10^{-04} + \\
& 1,2 \cdot 10^{-03} + 2,9 \cdot 10^{-03} + 6,1 \cdot 10^{-03} + \\
& 0,01 + 0,02 + 0,032 + \\
& 0,045 + 0,06 + 0,07 + 0,09 + 0,1 + 0,08 + 0,075 + \\
& 0,06 + 0,03]
\end{aligned}$$

$$= 46,85 - 0,068 = 46,16 \approx 47 \text{ orang}$$

$$d. E(T_w) = \frac{E(n_w)}{\tau_{\text{eff}}} \text{ dimana } \tau_{\text{eff}} = 17$$

$$\Rightarrow E(T_w) = \frac{23,85}{17} = 1,4 \text{ jam}$$

$$c. E(T_t) = \frac{E(n_t)}{\tau_{\text{eff}}} = \frac{46,16}{17} = 2,7 \text{ jam}$$

Dari perhitungan dengan menggunakan jumlah pesawat terbang sebanyak 23 unit ternyata waktu menunggu dalam sistem masih lebih besar dari waktu menunggu yang diinginkan, maka perhitungan berikutnya dengan jumlah pesawat terbang 24 unit

C = 24 Maka :

$$\text{dimana } \rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{17}{0,75} = 22,7$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^c \frac{1}{n!} (\rho)^n + \frac{1}{c!} (\rho)^n \frac{N}{\sum_{n=c+1}^N \frac{1}{c\mu} (\rho)^{n-c}} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{24} \frac{1}{n!} (22,7)^n + \frac{1}{24!} (22,7)^{24} \frac{58}{\sum_{n=25}^{58} \frac{1}{24 \cdot 0,75} (\rho)^{n-c}} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\frac{1}{0!} 22,7^0 + \frac{1}{1!} 22,7^1 + \frac{1}{2!} 22,7^2 + \frac{1}{3!} 22,7^3 + \frac{1}{4!} 22,7^4 \right.$$

$$\left. \frac{1}{5!} 22,7^5 + \frac{1}{6!} 22,7^6 + \frac{1}{7!} 22,7^7 + \frac{1}{8!} 22,7^8 + \frac{1}{9!} 22,7^9 + \frac{1}{10!} 22,7^{10} \right.$$

$$\left. + \frac{1}{11!} 22,7^{11} + \frac{1}{12!} 22,7^{12} + \frac{1}{13!} 22,7^{13} + \frac{1}{14!} 22,7^{14} + \frac{1}{15!} 22,7^{15} \right.$$

$$\left. + \frac{1}{16!} 22,7^{16} + \frac{1}{17!} 22,7^{17} + \frac{1}{18!} 22,7^{18} + \frac{1}{19!} 22,7^{19} + \frac{1}{20!} 22,7^{20} \right.$$

$$\left. + \frac{1}{21!} 22,7^{21} + \frac{1}{22!} 22,7^{22} + \frac{1}{23!} 22,7^{23} + \frac{1}{24!} 22,7^{24} + \frac{1}{24!} 22,7^{24} \left[\left(\frac{17}{18} \right) + \right.$$

$$\begin{aligned}
& \left(\frac{17}{18}\right)^2 + \left(\frac{17}{18}\right)^3 + \left(\frac{17}{18}\right)^4 + \left(\frac{17}{18}\right)^5 + \left(\frac{17}{18}\right)^6 + \left(\frac{17}{18}\right)^7 + \\
& \left(\frac{17}{18}\right)^8 + \left(\frac{17}{18}\right)^9 + \left(\frac{17}{18}\right)^{10} + \left(\frac{17}{18}\right)^{11} + \left(\frac{17}{18}\right)^{12} + \left(\frac{17}{18}\right)^{13} + \\
& \left(\frac{17}{18}\right)^{14} + \left(\frac{17}{18}\right)^{15} + \left(\frac{17}{18}\right)^{16} + \left(\frac{17}{18}\right)^{17} + \left(\frac{17}{18}\right)^{18} + \left(\frac{17}{18}\right)^{19} + \\
& \left(\frac{17}{18}\right)^{20} + \left(\frac{17}{18}\right)^{21} + \left(\frac{17}{18}\right)^{22} + \left(\frac{17}{18}\right)^{23} + \left(\frac{17}{18}\right)^{24} + \left(\frac{17}{18}\right)^{25} + \\
& \left(\frac{17}{18}\right)^{26} + \left(\frac{17}{18}\right)^{27} + \left(\frac{17}{18}\right)^{28} + \left(\frac{17}{18}\right)^{29} + \left(\frac{17}{18}\right)^{30} + \left(\frac{17}{18}\right)^{31} + \\
& \left(\frac{17}{18}\right)^{32} + \left(\frac{17}{18}\right)^{33} + \left(\frac{17}{18}\right)^{34}]^{-1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_0 = & [1 + 22,7 + 257,6 + 1949,5 + 11063,5 + 50228,2 + \\
& 190030 + 616240,8 + 1748583,3 + 4410315,7 + 10011417 + \\
& 20659924 + 39081689 + 68242641 + 1,1 \cdot 10^{08} + 1,67 \cdot 10^{08} + \\
& 2,4 \cdot 10^{08} + 3,2 \cdot 10^{08} + 4 \cdot 10^{08} + 4,78 \cdot 10^{08} + 5,4 \cdot 10^{08} + 5,86 \\
& 10^{08} + 6,05 \cdot 10^{08} + 5,97 \cdot 10^{08} + 5,6 \cdot 10^{08} + 5,6 \cdot 10^{08} (27)
\end{aligned}$$

$$P_0 = [9,8 \cdot 10^{08} + 5,6 \cdot 10^{08} (27)]^{-1}$$

$$= [9,8 \cdot 10^{08} + 1,5 \cdot 10^{10}]^{-1}$$

$$= 6,2 \cdot 10^{-11}$$

$$E(n_w) = \frac{\int^c \left(\frac{\int}{c}\right) P_0}{c! \left(1 - \frac{\int}{c}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{\int}{c}\right)^{N-c} - (N-c) \left(\frac{\int}{c}\right)^{N-c} \left(1 - \frac{\int}{c}\right) \right]$$

$$E(n_w) = \frac{22,7^{24} \left(\frac{22,7}{24}\right) 6,2 \cdot 10^{-11}}{24! \left(1 - \frac{22,7}{24}\right)^2} \left[1 - \left(\frac{22,7}{24}\right)^{58-24} - (58 - 24) \left(\frac{22,7}{24}\right)^{58-24} \left(1 - \frac{22,7}{24}\right) \right]$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{22}}{1,8 \cdot 10^{21}} [1 - 0,15 - [(34)(0,15)(0,05)]]$$

$$= 11 (0,59)$$

$$= 6,54 \approx 7 \text{ orang}$$

$$a. E(n_t) = E(n_w) + c - \sum_{n=0}^{c-1} (c - n) P_n$$

$$E(n_t) = E(n_w) + 24 - \sum_{n=0}^{23} (24 - n) P_n$$

dimana P_n adalah $P_0, P_1, P_2, P_3, \dots, P_{23}$ dan

$$P_1 = \frac{1}{1!} (22,7)^1 6,2 \cdot 10^{-11} = 1,4 \cdot 10^{-09}$$

$$P_2 = \frac{1}{2!} (22,7)^2 6,2 \cdot 10^{-11} = 1,6 \cdot 10^{-08}$$

$$P_3 = 1949,5 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 1,2 \cdot 10^{-07}$$

$$P_4 = 11063,5 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 6,86 \cdot 10^{-07}$$

$$P_5 = 50228,2 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 3 \cdot 10^{-06}$$

$$P_6 = 190030 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 1,2 \cdot 10^{-05}$$

$$P_7 = 616240,8 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 3,8 \cdot 10^{-05}$$

$$P_8 = 1748583,3 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 1 \cdot 10^{-04}$$

$$P_9 = 4410315,7 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 2,7 \cdot 10^{-04}$$

$$P_{10} = 10011417 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 6,2 \cdot 10^{-04}$$

$$P_{11} = 20659924 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 1,2 \cdot 10^{-03}$$

$$P_{12} = 39081689 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 2,4 \cdot 10^{-03}$$

$$P_{13} = 68242641 (6,2 \cdot 10^{-11}) = 4,2 \cdot 10^{-03}$$

$$P_{14} = 1,1 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 6,8 \cdot 10^{-03}$$

$$P_{15} = 1,67 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,01$$

$$P_{16} = 2,4 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,01$$

$$P_{17} = 3,2 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,02$$

$$P_{18} = 4 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,025$$

$$P_{19} = 4,78 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,03$$

$$P_{20} = 5,4 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,033$$

$$P_{21} = 5,86 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,036$$

$$P_{22} = 6,05 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,037$$

$$P_{23} = 5,97 \cdot 10^{08} (6,2 \cdot 10^{-11}) = 0,037$$

Maka

$$\begin{aligned} E(n_t) = & 6,54 + 24 - [(24 - 0)P_0 + (24 - 1)P_1 + (24 - 2)P_2 + \\ & (24 - 3)P_3 + (24 - 4)P_4 + (24 - 5)P_5 + (24 - 6)P_6 + \\ & (24 - 7)P_7 + (24 - 8)P_8 + (24 - 9)P_9 + (24 - 10)P_{10} \\ & + (24 - 11)P_{11} + (24 - 12)P_{12} + (24 - 13)P_{13} + \\ & (24 - 14)P_{14} + (24 - 15)P_{15} + (24 - 16)P_{16} + \\ & (24 - 17)P_{17} + (24 - 18)P_{18} + (24 - 19)P_{19} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (24 - 20)P_{20} + (24 - 21)P_{21} + (24 - 22)P_{22} + (24 - \\
& 23)P_{23}] \\
& = 30,54 - [(24)6,2 \cdot 10^{-11} + (23)1,4 \cdot 10^{-09} + \\
& (22)1,6 \cdot 10^{-08} + (21)1,2 \cdot 10^{-07} + (20)6,86 \cdot 10^{-07} \\
& + (19)3 \cdot 10^{-06} + (18)1,2 \cdot 10^{-05} + (17)3,8 \cdot 10^{-05} \\
& + (16)1 \cdot 10^{-04} + (15)2,7 \cdot 10^{-04} + (14)6,2 \cdot 10^{-04} \\
& + (13)1,2 \cdot 10^{-03} + (12)2,4 \cdot 10^{-03} + (11)4,2 \cdot 10^{-03} \\
& + (10)6,8 \cdot 10^{-03} + (9)0,01 + (8)0,01 + (7)0,02 + \\
& (6)0,025 + (5)0,03 + (4)0,033 + (3)0,036 + (2)0,037 \\
& + (1)0,037] \\
& = 30,54 - (1,5 \cdot 10^{-09} + 3,2 \cdot 10^{-08} + \\
& 3,5 \cdot 10^{-07} + 2,5 \cdot 10^{-06} + 1,4 \cdot 10^{-05} + \\
& 5,7 \cdot 10^{-05} + 2,2 \cdot 10^{-04} + 6,5 \cdot 10^{-04} + \\
& 1,6 \cdot 10^{-03} + 4,0 \cdot 10^{-03} + 8,7 \cdot 10^{-03} + \\
& 0,015 + 0,03 + 0,05 + 0,07 + 0,09 + 0,08 + 0,14 + \\
& 0,15 + 0,15 + 0,13 + 1,2 \cdot 10^{-03} + 0,07 + 0,037) \\
& = 30,54 - 1.03 = 29,5 \approx 30 \text{ orang}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d. E(T_w) &= \frac{E(n_w)}{\tau_{\text{eff}}} \quad \text{dimana } \tau_{\text{eff}} = 17 \\
\Rightarrow E(T_w) &= \frac{6,54}{17} = 0,38 \text{ jam}
\end{aligned}$$

$$c. E(T_t) = \frac{E(n_t)}{\tau_{\text{eff}}} = \frac{29,5}{17} = 1,7 \text{ jam}$$

Waktu menunggu ini lebih kecil dari waktu yang diinginkan dimana waktu yang tersedia 1,83 jam.

5. Perhitungan dengan penambahan jam kerja dan membuat saluran pelayanan bekerja lebih efektif.

$$\rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{11}{0,75} = 14,67$$

Dengan jumlah $c = 15$

Rumus :

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{14} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^{15}}{15!(1 - 14,67/15)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{14,67^0}{0!} + \frac{14,67^1}{1!} + \dots + \frac{14,67^{14}}{14!} + \frac{3,14 \cdot 10^{17}}{1,3 \cdot 10^{12} (0,022)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 14,67 + 107,6 + 526,2 + 1929,8 + 5662 + 13843,6 + 29012,2 + 53201,1 + 8671,7 + 127214,9 + 169658,5 + 207407,5 + 234051,4 + 245252,4 + 10979021]^{-1}$$

$$= [12075576]^{-1}$$

$$= 8,3 \cdot 10^{-08}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{14,67^{15}}{15!(1 - 14,67/15)} 8,3 \cdot 10^{-08}$$

$$= \frac{2,6 \cdot 10^{10}}{2,9 \cdot 10^{10}}$$

$$= 0,896$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,896 \left[\frac{1}{15 \cdot 0,75 - 11} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,9 (4) + 1,33$$

$$= 4,9 \text{ jam}$$

Waktu ini masih lebih besar dari waktu yang diinginkan

Kemudian jika $c = 16$ maka

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{15} \frac{\tau^j}{j!} + \frac{\tau^{16}}{16! (1 - \tau/16)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{14,67^0}{0!} + \frac{14,67^1}{1!} + \dots + \frac{14,67^{15}}{15!} + \frac{4,6 \cdot 10^{18}}{2,9 \cdot 10^{13} (0,08)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 14,67 + 107,6 + 526,2 + 1929,8 + 5662 + 13843,6 +$$

$$29012,2 + 53201,1 + 8671,7 + 127214,9 + 169658,5 + 207407,5$$

$$+ 234051,4 + 245252,4 + 239856,8 + 1982758,6]^{-1}$$

$$= [1336411,8 + 1982758,6]^{-1}$$

$$= 3 \cdot 10^{-07}$$

$$f(b) = \frac{\tau^c}{c! (1 - \tau/c)} P_0$$

$$= \frac{4,6 \cdot 10^{18}}{16! (1 - 14,67/16)} 3 \cdot 10^{-07}$$

$$= \frac{1,38 \cdot 10^{12}}{1,74 \cdot 10^{12}}$$

$$= 0,79$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,79 \left[\frac{1}{16 \cdot 0,75 - 11} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,79 + 1,33$$

$$= 2,12 \text{ jam}$$

6. Perhitungan dengan memaksimalkan pemakaian seluruh pesawat terbang yang dimiliki.

Kondisi PLP sekarang bahwa seluruh pesawat terbang yang jumlahnya 26 unit mesin tunggal dan 5 unit mesin ganda ditargetkan dapat dioperasikan seluruhnya dalam waktu dekat ini maka :

Pertama dari perbandingan waktu diatas maka masing-masing tahapan proses akan membutuhkan 16 unit, dan

Kedua satu sisi bahwa PLP dalam waktu dekat akan mengoperasikan seluruh Pesawat terbangnya yang sedang mengalami perbaikan, dimana justru Pesawat mesin tunggal lebih banyak dari pesawat mesin ganda.

Ketiga Perlu diadakan langkah memaksimalkan pemakaian jumlah pesawat terbang yang ada.

Misal kita akan mengoperasikan 26 unit pesawat terbang mesin tunggal.

Dari perhitungan yang ada perbandingan antara jumlah pesawat terbang dengan jumlah rata-rata distribusi siswa kesis-tem yaitu : $11 : 16 = \tau : 26$ maka $\tau = 17,875$

perkiraan $\tau_{eff} = 17$ atau 18 orang per jam.

Misal $\tau = 17$

$$\text{maka } f = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow f = \frac{17}{0,75} = 22,67$$

jika $\tau = 18$

$$\text{maka } f = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow f = \frac{18}{0,75} = 24$$

jika $\tau = 19$

$$\text{maka } f = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow f = \frac{19}{0,75} = 25,33$$

jika $\tau = 20$

$$\text{maka } f = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow f = \frac{20}{0,75} = 26,67$$

Dari besarnya f diatas f dengan $\tau = 20$ tidak memenuhi syarat karena besarnya lebih besar dari jumlah pelayanan

yaitu : $26,67 > 26$

Dengan jumlah $c = 26$ $\tau = 18$

Rumus :

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{f^j}{j!} + \frac{f^c}{c!(1 - f/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{25} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^{26}}{26!(1 - 24/26)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{24^0}{0!} + \frac{24^1}{1!} + \dots + \frac{24^{25}}{25!} + \frac{7,68 \cdot 10^{35}}{4 \cdot 10^{26} (0,077)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 24 + 288 + 2304 + 13824 + 66355,2 + 265420,8 + 910014,2 + 2730042,5 + 7280113,4 + 1747227,2 + 38121321 + 76242642 + 1,4 \cdot 10^8 + 2,4 \cdot 10^8 + 3,9 \cdot 10^8 + 5,8 \cdot 10^8 + 8,2 \cdot 10^8 + 1,1 \cdot 10^9 + 1,4 \cdot 10^9 + 1,7 \cdot 10^9 + 1,9 \cdot 10^9 + 2,1 \cdot 10^9 + 2,15 \cdot 10^9 + 2,15 \cdot 10^9 + 2,06 \cdot 10^9 + 2,5 \cdot 10^{10}]^{-1}$$

$$= [4,2 \cdot 10^{10}]^{-1}$$

$$= 2,4 \cdot 10^{-11}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c! (1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{7,68 \cdot 10^{35}}{26! (1 - 24/26)} \cdot 2,4 \cdot 10^{-11}$$

$$= \frac{1,8 \cdot 10^{25}}{3,1 \cdot 10^{25}}$$

$$= 0,58$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,58 \left[\frac{1}{26 \cdot 0,75 - 18} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,9 (0,666) + 1,333 = 1,9 \text{ jam}$$

dengan $\tau = 17$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{25} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^{26}}{26!(1 - 22,67/26)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{22,67^0}{0!} + \frac{22,67^1}{1!} + \dots + \frac{22,67^{25}}{25!} + \frac{1,74 \cdot 10^{35}}{4 \cdot 10^{26} (0,128)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 22,67 + 256,96 + 1941,79 + 11005,1 + 49897,2 + 188528,3 + 610562,47 + 1730181,4 + 4358134,7 + 9879891,3 + 20361558 + 38466376 + 67079443 + 1,1 \cdot 10^{08} + 1,6 \cdot 10^{08} + 2,3 \cdot 10^{08} + 3,1 \cdot 10^{08} + 3,9 \cdot 10^{08} + 4,66 \cdot 10^{08} + 5,3 \cdot 10^{08} + 5,7 \cdot 10^{08} + 5,88 \cdot 10^{08} + 5,79 \cdot 10^{08} + 5,47 \cdot 10^{08} + 4,96 \cdot 10^{08} + 3,4 \cdot 10^{09}]^{-1}$$

$$= [5,12 \cdot 10^{09} + 3,4 \cdot 10^9]^{-1}$$

$$= 1,17 \cdot 10^{-10}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c! (1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{1,74 \cdot 10^{35}}{26! (1 - 22,67/26)} \cdot 1,17 \cdot 10^{-10}$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{25}}{5,2 \cdot 10^{25}}$$

$$= 0,385$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,385 \left[\frac{1}{26 \cdot 0,75 - 17} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,385 (0,4) + 1,333 = 1,487 \text{ jam}$$

jika $\tau = 19$

$$\text{maka } \rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{19}{0,75} = 25,33$$

Dengan jumlah $c = 26$ $\tau = 19$

Rumus :

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{25} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^{26}}{26!(1 - 25,33/26)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{25,33^0}{0!} + \frac{25,33^1}{1!} + \dots + \frac{25,33^{25}}{25!} + \frac{3,1 \cdot 10^{36}}{4 \cdot 10^{26} (0,026)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 25,33 + 320,8 + 2708,66 + 17152,58 + 86894,98 + 366841,65 + 1327442,7 + 4203015,5 + 11829154 + 29963246 + 68997185 + 1,456 \cdot 10^{08} + 2,8 \cdot 10^{08} + 5,1 \cdot 10^{08} + 8,67 \cdot 10^{08} + 1,37 \cdot 10^{09} + 2 \cdot 10^{09} + 2,878 \cdot 10^{09} + 3,8 \cdot 10^{09} + 4,86 \cdot 10^{09} + 5,86 \cdot 10^{09} + 6,7 \cdot 10^{09} + 7,4 \cdot 10^{09} + 7,8 \cdot 10^{09} + 7,9 \cdot 10^{09} + 3 \cdot 10^{11}]^{-1}$$

$$= [5,25 \cdot 10^{10} + 3 \cdot 10^{11}]^{-1}$$

$$= 2,8 \cdot 10^{-12}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{3,1 \cdot 10^{36}}{26!(1 - 25,33/26)} \cdot 2,8 \cdot 10^{-12}$$

$$= \frac{8,7 \cdot 10^{24}}{1 \cdot 10^{25}}$$

$$= 0,87$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,87 \left[\frac{1}{26 \cdot 0,75 - 19} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,87 (2) + 1,333 = 3,07 \text{ jam}$$

Untuk proses 35 jam terbang waktu yang tersedia adalah 4,327 bulan = 17,308 minggu dalam 1 minggu terdapat 5 hari kerja penuh + 1 hari kerja 6 jam.

$$\Rightarrow 17,308 \times 66 \text{ jam} = 1142,328 \text{ jam}$$

Maka untuk menyelesaikan 1 (satu) jam terbang waktu yang tersedia adalah $1142,328 : 35 = 32,6379 \text{ jam}$.

Dari uraian diatas bahwa untuk menyelesaikan satu jam terbang setiap siswa hanya diberi waktu 32,6379 jam = 1958,274 menit.

dan untuk melayani 147 orang dalam waktu = 1958,274 menit.

Waktu ini adalah termasuk waktu yang di butuhkan oleh setiap siswa untuk mendapat giliran masuk ke sistem maka jika dikurangi rata-rata waktu pelayanan 1958,274 - 79,956 = 1878,318 menit = 31,3053 jam. \Rightarrow distribusi minimum siswa masuk kesistem = $147 : 31,3053 = 4,69 \approx 5$ orang maka penambahan waktu menunggu dalam sistem karena $147 : 5 = 29,4 \text{ jam}$

$$\Rightarrow 31,3053 - 29,4 = 1,9053 \text{ jam} = 114,318 \text{ menit.}$$

Jadi waktu menunggu dalam sistem yang tersedia untuk satu proses terbang adalah $79,956 + 114,318 = 194,274$ menit = 3,23 jam.

Dengan rata-rata jumlah pelayanan yang sama yaitu 0,75 orang perjam maka estimasi jumlah c Jika $c = 12 \Rightarrow \tau_{\text{eff}} = 9$ atau

$$12 : 9 = c : 5 \text{ maka } c = 5 \times 12 : 9 = 6,67 \Rightarrow 6 \text{ atau } 7 \text{ unit}$$

Dari perkiraan distribusi efektif diharapkan setiap siswa tidak banyak menunggu dalam sistem.

Dengan $\tau = 5$ orang/jam $c = 6$ unit $\mu = 0,75$ orang/jam

$$\text{maka } \rho = \frac{\tau}{\mu} = \frac{5}{0,75} = 6,67 > 6 \text{ (tidak sesuai dengan syarat)}$$

Dengan $\tau = 5$ orang/jam $c = 7$ unit $\mu = 0,75$ orang/jam

$$\text{maka } \rho = \frac{\tau}{\mu} = \frac{5}{0,75} = 6,67$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^6 \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^7}{7!(1 - 6,67/7)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{6,67^0}{0!} + \frac{6,67^1}{1!} + \dots + \frac{6,67^6}{6!} + \frac{587328,18}{5040 (0,047)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 6,67 + 22,24 + 49,457 + 82,47 + 110 + 122,3 + 2479,43]^{-1}$$

$$= [394,1 + 2479,4]^{-1}$$

$$= 3,48 \cdot 10^{-04}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c! (1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{587328,18}{7! (1 - 6,67/7)} 3,48 \cdot 10^{-04}$$

$$= \frac{204,39}{237,6}$$

$$= 0,86$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,86 \left[\frac{1}{7 \cdot 0,75 - 5} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,86 (4) + 1,333 = 4,77 \text{ jam}$$

maka dicoba penambahan jumlah pesawat terbang menjadi 8 unit

$$c = 8$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^7 \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^8}{8!(1 - 6,67/8)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{6,67^0}{0!} + \frac{6,67^1}{1!} + \dots + \frac{6,67^7}{7!} + \frac{3917478,9}{40320 (0,166)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 6,67 + 22,24 + 49,457 + 82,47 + 110 + 122,3 +$$

$$116,53 + 585,3]^{-1}$$

$$= [510,667 + 585,3]^{-1}$$

$$= 9,12 \cdot 10^{-04}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c! (1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{3917478,9}{8! (1 - 6,67/8)} \cdot 9,12 \cdot 10^{-04}$$

$$= \frac{3572,74}{6703,2}$$

$$= 0,53$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,53 \left[\frac{1}{8 \cdot 0,75 - 5} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,53 (1) + 1,333 = 1,863 \text{ jam}$$

7. Perhitungan dengan memaksimumkan pemakaian pesawat terbang mesin ganda sebanyak 6 unit

Dengan rata-rata jumlah pelayanan yang sama yaitu 0,75 orang perjam maka estimasi besarnya τ Jika $c = 12 \Rightarrow$

$\tau_{\text{eff}} = 9$ atau

$12 : 9 = 6 : \tau$ maka $\tau = 6 \times 9 : 12 = 4,5 \Rightarrow \tau = 4$ atau 5 orang/jam.

Dari perkiraan distribusi efektif diharapkan setiap siswa tidak banyak menunggu dalam sistem.

Dengan $\tau = 4$ orang/jam $c = 6$ unit $\mu = 0,75$ orang/jam

$$\text{maka } \rho = \frac{\tau}{\mu} = \frac{4}{0,75} = 5,3 < c \text{ (Sesuai syarat)}$$

Dengan $\tau = 5$ orang/jam $c = 6$ unit $\mu = 0,75$ orang/jam

$$\text{maka } \rho = \frac{\tau}{\mu} = \frac{6}{0,75} = 8 > c \text{ (Tidak sesuai Syarat)}$$

Dipilih $\tau = 4$ orang/jam.

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^5 \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^6}{6!(1 - 5,3/6)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{5,3^0}{0!} + \frac{5,3^1}{1!} + \dots + \frac{5,3^5}{5!} + \frac{23448,91}{720(0,117)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 5,3 + 14,045 + 25,52 + 34,135 + 36,5 + 278,358]^{-1}$$

$$= [116,5 + 278,358]^{-1}$$

$$= 2,53 \cdot 10^{-03}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{23448,91}{6!(1 - 5,35/6)} \cdot 2,53 \cdot 10^{-03}$$

$$= \frac{59,32}{78}$$

$$= 0,76$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,76 \left[\frac{1}{6 \cdot 0,75 - 4} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,86 (2) + 1,333 = 3,05 \text{ jam}$$

Perhitungan Waktu :

Dengan $\tau = 4$ orang/jam.

$$\text{Waktu diluar sistem } 147 : 4 = 36,75 \text{ jam}$$

$$\text{waktu 1 jam terbang } 3,05 + 36,75 = 39,8 \text{ jam}$$

$$\text{Total 35 jam terbang } 35 \times 39,8 = 1393 \text{ jam, jika 1 minggu =}$$

$$66 \text{ jam maka } 1393 : 66 = 21,1 \text{ minggu}$$

$$\text{maka } 21,1 : 4 = 5,275 \text{ bulan.}$$

Sedangkan Total waktu yang tersedia 11 bulan maka untuk proses 175 jam terbang tersedia $11 - 5,275 = 5,725$ bulan

Untuk proses 175 jam terbang waktu yang tersedia adalah $5,725$ bulan = $22,9$ minggu dalam 1 minggu terdapat 5 hari kerja penuh + 1 hari kerja 6 jam.

$$\Rightarrow 22,9 \times 66 \text{ jam} = 1511,4 \text{ jam}$$

Maka untuk menyelesaikan 1 (satu) jam terbang waktu yang tersedia adalah $1511,4 : 175 = 8,63$ jam.

Dari uraian diatas bahwa untuk menyelesaikan satu jam terbang setiap siswa hanya diberi waktu $8,63$ jam = $517,8$ menit.

dan untuk melayani 147 orang dalam waktu = $517,8$ menit.

Waktu ini adalah termasuk waktu yang di butuhkan

oleh setiap siswa untuk mendapat giliran masuk ke sistem maka jika dikurangi rata-rata waktu pelayanan $517,8 - 79,956 = 437,844$ menit = $7,297$ jam. \Rightarrow distribusi minimum siswa masuk kesistem = $147 : 7,297 = 20,145 \approx 21$ orang maka penambahan waktu menunggu dalam sistem karena $147 : 21 = 7$ jam

$$\Rightarrow 7,297 - 7 = 0,297 \text{ jam} = 17,82 \text{ menit.}$$

Jadi waktu menunggu dalam sistem yang tersedia untuk satu proses terbang adalah $79,956 + 17,82 = 97,776$ menit = $1,6296$ jam.

Dengan rata-rata jumlah pelayanan yang sama yaitu $0,75$ orang perjam maka estimasi banyaknya c Jika $\Rightarrow \tau_{\text{eff}} = 11$ maka $c = 16$ atau $16 : 11 = c : 21$ maka $c = 21 \times 16 : 11 = 30,5 \Rightarrow 30$ atau 31 unit

Dari perkiraan distribusi efektif diharapkan setiap siswa tidak banyak menunggu dalam sistem.

Misal kita akan mengoperasikan 30 unit pesawat terbang mesin tunggal.

Dengan $\tau = 21$
maka $\rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{21}{0,75} = 28 < c$ (Sesuai syarat)

Rumus :

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{29} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^{30}}{30!(1 - 28/30)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{28^0}{0!} + \frac{28^1}{1!} + \dots + \frac{28^{29}}{29!} + \frac{2,598 \cdot 10^{43}}{2,65 \cdot 10^{32} (0,067)} \right]^{-1}$$

$$\begin{aligned} P_0 &= [1 + 28 + 392 + 3658,667 + 25610,667 + 143419,73 + \\ &669292,09 + 2677168,4 + 9370089,2 + 2915138,9 + \\ &81623889 + 2,077 \cdot 10^{08} + 4,848 \cdot 10^{08} + 1,04 \cdot 10^{09} + \\ &2,088 \cdot 10^{09} + 3,898 \cdot 10^{09} + 6,82 \cdot 10^{09} + 1,12 \cdot 10^{10} + \\ &1,748 \cdot 10^{10} + 2,576 \cdot 10^{10} + 3,6 \cdot 10^{10} + 4,8 \cdot 10^{10} + \\ &6,12 \cdot 10^{10} + 7,45 \cdot 10^{10} + 8,69 \cdot 10^{10} + 9,73 \cdot 10^{10} + \\ &1,048 \cdot 10^{11} + 1,087 \cdot 10^{11} + 1,087 \cdot 10^{11} + 1,049 \cdot 10^{11} + \\ &1,46 \cdot 10^{12}]^{-1} \\ &= [9 \cdot 10^{11} + 1,46 \cdot 10^{12}]^{-1} \\ &= [2,36 \cdot 10^{12}]^{-1} \\ &= 4,2 \cdot 10^{-13} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(b) &= \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} P_0 \\ &= \frac{2,598 \cdot 10^{43}}{30!(1 - 28/30)} \cdot 4,2 \cdot 10^{-13} \\ &= \frac{1,09 \cdot 10^{31}}{1,768 \cdot 10^{31}} \\ &= 0,616 \end{aligned}$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,616 \left[\frac{1}{30 \cdot 0,75 - 21} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,616 (0,66) + 1,333 = 1,74 \text{ jam}$$

Dengan $c = 31$

maka $\rho = \frac{\tau}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{21}{0,75} = 28 < c$ (Sesuai syarat)

Rumus :

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{c-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^c}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^{30} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^{31}}{31!(1 - 28/31)} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{28^0}{0!} + \frac{28^1}{1!} + \dots + \frac{28^{30}}{30!} + \frac{7,276 \cdot 10^{44}}{8,2 \cdot 10^{33} (0,0967)} \right]^{-1}$$

$$P_0 = [1 + 28 + 392 + 3658,667 + 25610,667 + 143419,73 +$$

$$669292,09 + 2677168,4 + 9370089,2 + 2915138,9 +$$

$$81623889 + 2,077 \cdot 10^{08} + 4,848 \cdot 10^{08} + 1,04 \cdot 10^{09} +$$

$$2,088 \cdot 10^{09} + 3,898 \cdot 10^{09} + 6,82 \cdot 10^{09} + 1,12 \cdot 10^{10} +$$

$$1,748 \cdot 10^{10} + 2,576 \cdot 10^{10} + 3,6 \cdot 10^{10} + 4,8 \cdot 10^{10} +$$

$$6,12 \cdot 10^{10} + 7,45 \cdot 10^{10} + 8,69 \cdot 10^{10} + 9,73 \cdot 10^{10} +$$

$$1,048 \cdot 10^{11} + 1,087 \cdot 10^{11} + 1,087 \cdot 10^{11} + 1,049 \cdot 10^{11} +$$

$$9,796 \cdot 10^{10} + 9,176 \cdot 10^{11}]^{-1}$$

$$= [9,979 \cdot 10^{11} + 9,176 \cdot 10^{11}]^{-1}$$

$$= [1,9 \cdot 10^{12}]^{-1}$$

$$= 5,2 \cdot 10^{-13}$$

$$f(b) = \frac{\rho^c}{c! (1 - \rho/c)} P_0$$

$$= \frac{7,276 \cdot 10^{44}}{31! (1 - 28/31)} \cdot 5,2 \cdot 10^{-13}$$

$$= \frac{3,78 \cdot 10^{32}}{7,957 \cdot 10^{32}}$$

$$= 0,475$$

$$E(T_t) = f(b) \left[\frac{1}{c\mu - \tau} \right] + \frac{1}{\mu}$$

$$E(T_t) = 0,475 \left[\frac{1}{31 \cdot 0,75 - 21} \right] + \frac{1}{0,75}$$

$$= 0,475 (0,44) + 1,333 = 1,54 \text{ jam}$$

Perhitungan waktu.

1. Dengan $c = 30$

Maka $E(T_t) = 1,74$ jam dan waktu diluar sistem $147 : 21$
 $= 7$ jam.

Waktu 1 jam terbang $1,74 + 7 = 8,74$ jam

Semestinya $1,6296 + 7 = 8,6296$ jam

- Keterlambatan waktu untuk menyelesaikan 1 jam terbang
 $= 8,74 - 8,6296 = 0,6296$ jam.

Maka untuk 175 jam terbang $= 0,6296 \times 175 = 110,18$ jam

Jika Solusi yang dipilih Hanya dengan menambah 4
 unit Pesawat terbang mesin tunggal menjadi 30 unit maka dan

dilihat dari waktu yang tersedia 5,725 bulan atau 22,9 minggu. Dengan penambahan jam kerja untuk hari Sabtu dari 6 jam menjadi 12 jam sehingga waktu yang tersedia adalah $6 \times 22,9 = 137,4$ jam, berarti waktu yang tersedia masih mencukupi. Atau

2. Dengan $c = 31$

Maka $E(T_t) = 1,54$ jam

Waktu 1 jam terbang $1,54 + 7 = 8,54$ jam

Semestinya $1,6296 + 7 = 8,6296$ jam

Kelebihan waktu (waktu menganggur) $8,6296 - 8,54 =$

$0,0896$ jam.

- Maka untuk 175 jam terbang kelebihan waktu $175 \times 0,0896 = 15,68$ jam
- Berarti penyelesaian latihan lebih awal 15,68 jam
- Konsekuensi Penambahan Pesawat terbang sebanyak 5 unit

Perhitungan Depresiasi pesawat terbang.

Depresiasi Pesawat terbang mesin ganda.

2 Pesawat terbang dengan harga a. $\$900,000 = \$1,800,000$

Masa pakai 5 tahun

Nilai sisa $\$900,000$

Depresiasi per tahun adalah $(\$1,800,000 - \$900,000) : 5 =$

$\$180,000$.

Depresiasi per bulan $\$180,000 : 12 = \$15,000$

Maka selama 21 bulan $\times \$15,000 = \$315,000$.

Depresiasi Pesawat terbang mesin tunggal sebanyak 4 unit dan 1 unit Pesawat Terbang Mesin Ganda.

4 Unit Pesawat terbang dengan harga a. $\$450,000 = \$1,800,000$

1 Unit Pesawat Terbang Mesin Ganda $\$900,000$

Masa pakai 5 tahun

Nilai sisa $\$1,350,000$

Depresiasi per tahun adalah $(\$2,700,000 - \$1,350,000) : 5 = \$270,000$.

Depresiasi per bulan $\$270,000 : 12 = \$22,500$

Maka selama 21 bulan $\times \$22,500 = \$472,500$.

Depresiasi Pesawat terbang mesin tunggal sebanyak 5 unit dan 1 unit Pesawat Terbang Mesin Ganda $\$900,000$

5 Pesawat terbang dengan harga a. $\$450,000 = \$2,250,000$

Masa pakai 5 tahun

Nilai sisa $\$1,575,000$

Depresiasi per tahun adalah $(\$3,150,000 - \$1,575,000) : 5 = \$315,000$.

Depresiasi per bulan $\$315,000 : 12 = \$26,250$

Maka selama 21 bulan $\times \$26,250 = \$551,250$.

- Biaya sebelum penambahan jumlah pesawat terbang.

$$= \$489878,57 : 35 = \$13996,531$$

Biaya-biaya sesudah penambahan jumlah pesawat terbang.

Biaya langsung

- Proses pendidikan darat :

Honor Instruktur

$$5 \text{ kelas} \times 955 \text{ jam} \times \$7 = \$33425$$

Link (Simulator)

$$120 \text{ orang} \times 45 \text{ jam} \times \$7 = \$37800$$

- Proses terbang

Honor Instruktur

$$120 \text{ orang} \times 210 \text{ jam} \times \$20 = \$504000$$

Biaya bahan bakar

Pesawat terbang mesin tunggal

$$175 \text{ jam} \times 63,6454 \text{ l} \times 120 \text{ orang} \times \$0,213 = \$284685.87$$

Pesawat terbang mesin ganda

$$35 \text{ jam} \times 120 \text{ l} \times 120 \text{ orang} \times \$0,213 = \$107352$$

Biaya tidak langsung

Gaji 34 Instruktur X 21 bulan

$$\times \$106,83 = \$76276.62$$

Gaji 90 orang Teknisi X 21 bulan

X \$85,47 = \$161538.3

Depresiasi pesawat terbang

21 bulan = \$472500

Total = \$1677577.8

Biaya latihan 1 orang Penerbang

= \$1677577.8 : 120 = \$13979,815

- Biaya sebelum penambahan jumlah pesawat terbang.

= \$489878,57 : 35 = \$13996,531

Biaya-biaya sesudah penambahan jumlah pesawat terbang.

Biaya langsung

- Proses pendidikan darat :

Honor Instruktur

5 kelas X 955 jam X \$7 = \$33425

Link (Simulator)

120 orang X 45 jam X \$7 = \$37800

- Proses terbang

Honor Instruktur

120 orang X 210 jam X \$20 = \$504000

Biaya bahan bakar

Pesawat terbang mesin tunggal

175 jam X 63,6454 l X 120 orang X \$0,213 = \$284685,87

Pesawat terbang mesin ganda

35 jam X 120 l X 120 orang X \$0,213 = \$107352

Biaya tidak langsung

Gaji 35 Instruktur X 21 bulan

X \$106,83 = \$78520,05

Gaji 93 orang Teknisi X 21 bulan

X \$85,47 = \$166922,91

Depresiasi pesawat terbang

21 bulan = \$551250

Total = \$1763955,8

Biaya latihan 1 orang Penerbang

= \$1763955,8 : 120 = \$14699,632

Tabel Perbandingan Biaya

Biaya 1 orang lulusan sebelum penambahan pesawat terbang	Biaya 1 orang lulusan sesudah penambahan 2 pesawat terbang M.G	Biaya 1 orang lulusan sesudah penambahan 4 pesawat terbang M.T
\$13996,531	\$12375,656	\$13979,815

TU
JITO

ngga
ito

Kaur. Umum
Achmad Cholily

Dimtar
ji, SIP

Humas
un

Kasie Dimtar
Legi Suheno

Is&Tep.
tadi

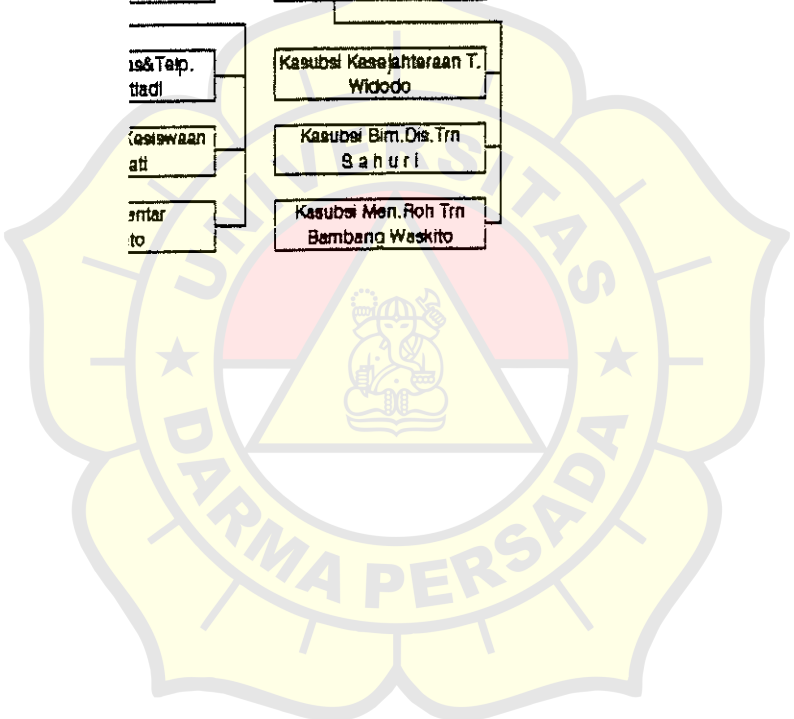
Kasubel Kesejahteraan T.
Widodo

Kesewaan
ati

Kasubel Bim. Dis. Trn
Sahuri

eritar
to

Kasubel Men. Roh Trn
Bambang Waskito



Pimp. Inst. Tekum
IGK Rai Darmaja

ek. Pnb.
nyono

Pimpokdik Kes. LLU
Suparman DS.

Kasub Insti. Tek. Sipil
Barnas

k Listrik
rtika W.

Kasubpokdik Kes. LLU
Drs. Aminarno BP.

Kasub Insti. Tek. Kendar
Dede Suhendar

k Pesud
isodjo

Kasubpokdik RKP
Drs. Zainal Arifin

Kasub Insti. Tek List &
Drs. Hendro Widarta

ek Telvav
lamet R.

Kasubpokdik AIS
Siti Chotidjah

ek Tekum.
di

Kasubpokdik Radar
Wlanu Dariono TU

Kasubpokdik PKP-PK
Ramlan S.



**DEPARTEMEN PERHUBUNGAN
BADAN METEOROLOGI DAN GEOFIKA**

JL. ANGKASA 1 NO. 2 KEMAYORAN
TELP. 4246312 P.O. BOX : 3540 JKT
JAKARTA



**PRAKIRAAN
MUSIM KEMARAU 1996
DI INDONESIA**

JAKARTA, MARET 1996

**IKHTISAR PRAKIRAAN MUSIM KEMARAU 1996
DI INDONESIA**

NOMOR DAERAH	NAMA DAERAH	PERMULAAN MUSIM KEMARAU BERKISAR ANTARA :	SIFAT HUJAN
1	2	3	4
	A. J A W A		
1.	Pandeglang/Lebak	JUN I - JUN III	b
2.	Serang/Pandeglang/Lebak	MEI II - JUN I	n
3.	Lebak	MEI III - JUN II	n
4.*	Serang/Tangerang/DKI Jakarta/Bekasi/Karawang	APR II - MEI I	n
5.	Tangerang/DKI Jakarta/Bogor/Bekasi/Karawang	MEI II - JUN I	n
6.*	Subang/Indramayu	APR I - APR III	n
7.	Subang/Indramayu/Cirebon	MEI I - MEI III	n
8.	Sukabumi bag. utara	MEI III - JUN II	n
9.	Sukabumi Selatan bag. barat	JUN II - JUL I	n
10.	Sukabumi selatan	JUN II - JUL I	n
11.	Sukabumi bag. timur	JUN I - JUN III	b
12.	Bandung/Cianjur	MEI I - MEI III	n
13.	Purwakarta/Subang	JUN I - JUN III	b
14.	Bandung/Sumedang/Garut	MEI I - MEI III	n
15.	Bandung/Garut	MEI III - JUN II	b
16.	Cianjur bag. selatan	JUN I - JUN III	a

**TABEL RATA-RATA CURAH HUJAN BULANAN (MILIMETER)
DI DAERAH PRAKIRAAN MUSIM**

NOMOR DAERAH	BULAN												NOMOR DAERAH	BULAN											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	558	414	436	331	275	165	149	146	165	256	408	537	52	655	598	538	336	212	89	74	61	76	194	386	576
2	333	212	211	223	181	130	127	135	112	186	220	258	53	317	277	269	145	122	60	36	21	31	72	193	320
3	372	287	300	285	221	128	135	139	163	212	279	310	54	390	312	316	173	116	58	17	25	32	87	195	326
4	372	285	231	143	117	87	59	55	55	85	143	306	55	329	296	251	90	92	35	35	15	10	27	82	201
5	363	316	303	267	181	105	101	88	91	165	265	297	56	309	284	227	142	82	29	22	7	7	13	56	172
6	363	262	209	132	100	80	48	41	28	40	111	178	57	291	277	231	110	130	130	137	78	47	56	98	227
7	305	239	223	151	159	70	50	43	32	68	163	201	58	417	341	366	249	141	62	28	26	37	87	114	400
8	309	260	325	214	183	114	106	96	169	287	301	314	59	290	290	256	153	151	183	130	70	69	102	140	233
9	517	433	439	265	266	172	138	95	116	212	439	472	60	281	278	258	132	161	122	131	79	81	112	169	250
10	361	272	357	300	219	178	135	118	159	276	411	402	61	270	221	271	214	169	91	55	28	36	74	155	241
11	294	229	369	384	215	114	141	121	119	258	319	334	62	312	205	194	129	87	48	33	15	18	41	92	234
12	273	298	251	222	152	88	102	95	127	198	263	282	63	260	214	243	163	144	78	46	30	28	51	117	243
13	549	507	531	445	363	177	147	117	122	247	403	501	64	328	295	302	236	184	119	89	84	100	133	215	301
14	218	236	203	190	147	63	53	48	57	117	231	273	65	310	273	287	184	125	95	75	65	89	110	181	261
15	314	282	321	287	173	102	82	79	99	161	261	328	66	308	249	359	291	251	117	86	107	100	201	258	357
16	394	307	428	376	285	162	121	137	144	269	432	437	67	321	234	246	282	188	107	132	123	173	199	219	250
17	510	367	411	361	368	146	146	109	137	288	398	466	68	203	190	263	295	189	125	134	121	158	183	266	263
18	369	312	360	256	190	92	113	96	106	197	329	384	69	308	262	233	218	210	158	112	91	148	249	302	318
19	532	461	506	300	213	106	83	52	44	115	279	477	70	218	148	202	180	168	113	116	113	132	207	225	218
20	377	293	319	233	133	71	70	49	38	89	215	346	71	141	173	198	219	201	128	107	127	161	194	258	210
21	115	406	399	275	216	167	161	121	130	160	256	373	72	242	238	278	328	301	126	140	151	189	253	346	329
22	336	292	201	229	220	144	152	113	316	393	298	298	73	136	143	168	190	131	84	76	114	150	217	172	177
23	358	234	190	241	225	169	147	146	140	317	358	306	74	118	115	162	196	177	131	136	116	195	245	262	232
24	430	376	300	165	153	94	68	64	54	78	134	281	75	121	127	207	162	185	133	175	104	169	205	177	234
25	765	623	596	393	278	152	132	105	117	212	383	565	76	167	121	154	150	149	68	87	95	128	216	301	227
26	311	265	339	292	212	130	101	81	96	214	379	351	77	333	285	282	235	201	139	123	93	100	133	256	343
27	400	413	321	440	318	151	123	106	130	333	511	558	78	290	271	315	251	258	225	181	111	140	169	173	263
28	307	276	308	182	173	102	100	76	67	193	319	315	79	200	153	213	211	207	157	128	130	118	159	206	251
29	439	368	421	316	228	122	78	89	75	216	422	451	80	309	226	208	121	85	61	41	25	61	93	141	225
30	331	282	327	257	191	105	98	64	83	165	228	304	81	307	372	371	239	172	105	88	80	87	209	347	442
31	428	313	285	202	148	77	68	57	60	128	194	270	82	371	283	257	120	110	122	149	96	127	191	242	299
32	297	363	381	301	192	108	86	79	62	136	269	370	83	337	288	219	101	99	69	67	45	59	108	172	258
33	291	301	272	171	133	59	63	31	47	120	189	282	84	261	240	198	90	120	36	23	22	64	97	126	175
34	287	221	233	167	104	71	65	58	61	109	189	268	85	306	253	205	95	97	33	33	21	73	168	230	290
35	798	650	449	216	168	96	73	69	52	90	235	460	86	203	196	142	57	73	25	23	17	21	42	90	199
36	424	266	234	172	142	75	49	59	59	100	184	224	87	204	234	243	110	33	9	11	3	4	39	117	202
37	231	196	214	132	101	63	44	28	39	51	108	208	88	159	415	454	318	215	95	65	58	102	190	320	428
38	360	416	406	269	172	93	63	41	50	127	281	365	89	234	206	156	67	50	21	11	7	10	26	75	158
39	291	243	262	167	125	66	39	20	26	67	170	272	90	525	175	196	26	45	31	21	15	3	13	146	226
40	321	275	291	153	128	65	42	20	28	76	151	251	91	174	175	163	108	86	34	22	12	9	27	76	177
41	293	250	254	124	132	67	82	33	57	125	248	284	92	348	343	371	221	246	177	107	50	59	85	120	315
42	353	324	330	217	146	64	53	21	28	67	181	317	93	271	214	196	156	192	136	77	12	11	31	123	266
43	427	362	412	321	239	112	89	57	111	249	437	494	94	476	385	305	194	149	89	65	40	35	100	280	462
44	326	314	284	182	115	54	43	19	20	60	139	236	95	161	158	180	188	144	138	93	77	135	104	170	263
45	500	451	440	237	157	84	63	28	35	79	200	385	96	165	168	238	232	374	309	174	94	126	95	138	181
46	352	287	277	177	130	61	48	28	37	104	230	355	97	260	224	132	217	258	153	114	113	147	238	234	162
47	284	261	235	121	96	38	30	11	13	30	92	181	98	436	367	279	357	217	219	112	136	173	196	294	306
48	349	364	382	241	184	81	55	71	50	99	263	381	99	152	163	162	177	225	245	128	118	97	110	140	194
49	309	263	275	181	179	129	108	73	92	199	248	322	100	297	239	262	257	176	174	121	129	150	171	175	239
50	284	250	257	161	133	80	57	29	41	129	221	318	101	212	189	218	175	118	100	93	90	91	129	136	208
51	528	424	500	434	297	170	131	107	182	413	680	690	102	251	202	205	195	97	35	49	14	28	31	45	178

BULAN	JAN			PEB			MAR			APR			MAY			JUN			JUL			AUG			SEP			OKT			NOV			DES			LAMA JAM	KET
TAHUN	ERR	EHH	>/<																																			
1961	438	21	1	261	12	2	183	13	2	219	10	6	2	-	170	12	3	99	10	2																24 jam		
1962	33	24	2	249	16	1	279	12	2	174	17	11	2	316	15	-	186	12	2																			
1963	555	24	1	358	16	3	227	12	-	85	10	6	4	65	7	-	164	9	-																			
1964	134	12	2	140	13	1	171	20	-	290	13	13	4	147	9	2	260	6	1																			
1965	431	22	-	298	18	-	188	17	2	139	6	7	4	1	334	9	2	91	9	3																		
1966	176	12	1	395	18	1	127	15	1	208	15	6	19	-	150	14	-	113	11	1																		
1967	383	13	1	307	18	1	200	13	1	403	14	3	2	135	11	3	174	21	-																			
1968	244	21	2	324	17	3	166	11	1	170	13	4	5	2	218	12	-	384	19	-																		
1969	132	12	-	72	8	4	293	3	4	315	11	8	4	2	141	10	1	168	14	2																		
1970	225	19	2	364	13	7	334	15	10	200	17	4	9	3	276	11	5	194	11	8																		
1971	195	13	4	344	14	4	227	15	5	125	6	5	15	2	152	10	5	199	10	2																		
1972	332	21	1	157	12	1	358	19	2	125	17	1	2	2	215	9	2	164	19	1																		
1973	262	23	-	237	15	3	363	18	1	278	12	26	14	1	122	13	2	134	14	2																		
1974	289	22	5	318	18	1	285	17	1	159	8	24	9	-	239	10	2	234	11	2																		
1975	269	14	1	217	14	3	188	9	1	209	11	8	12	1	190	13	2	281	16	5																		
1976	489	25	4	100	16	2	239	14	3	262	11	7	9	2	303	12	3	100	11	1																		
1977	373	20	4	340	20	4	342	17	5	253	15	3	3	-	185	7	3	195	14	1																		
1978	215	24	-	255	14	4	255	19	-	218	11	9	13	4	59	6	3	121	14	5																		
1979	396	17	2	100	12	6	202	12	8	300	11	5	8	4	258	13	1	264	13	1																		
1980	310	21	4	252	21	1	177	11	3	131	19	6	11	1	190	15	1	314	19	3																		
1981	571	24	4	198	16	3	294	19	-	200	12	10	14	1	144	10	3	311	15	3																		
1982	405	28	-	178	14	2	63	11	3	398	2	4	6	-	123	11	1	132	13	2																		
1983	288	15	2	213	9	1	157	15	3	190	2	8	15	3	237	14	-	187	13	2																		
1984	369	22	-	289	19	3	483	20	3	205	11	5	11	1	207	14	2	185	15	1																		
1985	245	23	-	125	12	1	175	12	2	218	11	24	12	7	174	13	4	186	11	7																		
1986	396	20	6	120	16	6	251	14	7	412	2	6	13	4	313	16	8	198	11	7																		
1987	567	27	4	230	18	10	185	19	6	183	11	14	1	6	190	13	6	209	16	8																		
1988	269	19	6	198	15	3	394	19	6	181	2	6	13	7	171	12	7	379	14	4																		
1989	172	15	7	548	23	4	65	10	8	306	4	2	8	7	235	13	7	183	13	9																		
1990	555	27	2	323	15	6	150	12	7	258	6	4	7	6	148	11	8	325	20	8																		
1991	365	22	7	428	25	1	300	15	6	274	7	5	4	3	196	14	5	335	20	7																		
1992	292	18	3	256	17	5	225	20	5	263	3	2	2	2	158	11	9	175	11	9																		
1993	376	22	4	270	17	5	199	13	9	429	1	3	9	6	256	15	2	261	17	4																		
1994	436	21	7	331	14	7	235	16	9	340	6	0	5	2	255	15	4	152	15	5																		
	368	0	20	249	0	20	229	0	20	262	0	20	54	0	20	200	0	20	225	0	20																	

nama Stasiun : C U R U G
 nomor Stasiun : 96739
 lokasi : Curah Hujan

A H U N	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JUMLAH
1961	638	216	183	219	169	66	13	-	3	36	170	99	1612
1962	332	349	279	174	78	181	106	105	35	171	316	186	2312
1963	555	358	227	85	96	7	20	-	17	66	65	163	1659
1964	134	140	271	290	128	52	28	115	83	180	147	206	1774
1965	431	298	188	139	223	72	86	22	23	47	336	91	1954
1966	176	395	127	208	80	86	48	12	146	366	150	113	1907
1967	383	307	200	403	29	6	4	-	-	84	135	174	1725
1968	244	324	166	170	220	208	192	228	196	84	218	384	2634
1969	132	72	193	315	283	9	60	43	419	118	141	168	1953
1970	225	364	342	300	184	155	109	77	156	174	276	194	2556
1971	195	3444	227	125	182	97	5	28	70	285	152	199	1909
1972	332	157	358	125	263	2	36	35	-	71	215	164	1758
1973	262	232	363	278	179	177	191	163	110	226	122	134	2442
1974	289	318	285	159	189	87	21	112	206	124	239	234	2263
1975	269	217	188	209	187	90	5	129	189	182	190	181	2136
1976	489	100	239	262	148	72	70	91	54	177	303	100	2105
1977	373	340	342	253	215	257	17	12	15	53	185	195	2257
1978	215	255	255	218	172	156	293	55	175	193	59	121	2167
1979	396	100	202	300	245	78	62	61	203	154	258	264	2323
1980	310	252	177	131	167	62	56	232	100	196	190	314	2177
1981	571	198	294	200	165	132	73	35	240	210	144	311	2573
1982	405	178	63	398	149	84	31	9	-	144	123	132	1716
1983	288	213	157	190	156	103	42	11	2	248	237	187	1834
1984	369	289	483	205	286	77	103	197	225	152	207	185	2805
1985	245	125	175	218	263	67	133	147	305	124	174	186	2162
1986	395	120	251	412	82	83	137	114	252	265	313	198	2622
1987	566	230	184	183	106	72	18	5	67	13	190	208	1842
1988	268	197	394	180	342	42	67	130	108	261	171	379	2539
1989	172	548	64	306	394	71	75	93	150	42	234	183	2332
1990	555	323	150	257	374	190	227	211	96	63	148	325	2919
Rata-rata (\bar{X}) :	340	252	234	230	192	95	78	82	122	150	194	199	
Standard Deviasi(SD) :	139	106	95	84	87	62	71	73	105	86	70	77	
Koef. Variasi (KV) :	40	42	41	37	45	65	91	89	86	57	36	39	
$\bar{X} - 1\frac{1}{2}$ SD :	131.5	93	91.5	104	61.5	2	0	0	0	21	89	83.5	
$\bar{X} - \frac{1}{2}$ SD :	270.5	199	186.5	188	148.5	64	42.5	45.5	69.5	107	159	160.5	
$\bar{X} + \frac{1}{2}$ SD :	409.5	305	281.5	272	235.5	126	113.5	118.5	171.5	193	229	237.5	
$\bar{X} + 1\frac{1}{2}$ SD :	548.5	411	376.5	356	322.5	188	184.5	191.5	279.5	279	299	315.5	

Keterangan :

- = Tidak ada hujan.
 0 = Hujan tak terukur.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$KV = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%$$

Kriteria Sifat Hujan :

- Jauh Dibawah Normal (JBN) = $X \leq \bar{X} - 1\frac{1}{2} SD$
- Di bawah Normal (BN) = $\bar{X} - 1\frac{1}{2} SD < X \leq \bar{X} - \frac{1}{2} SD$
- Normal (N) = $\bar{X} - \frac{1}{2} SD < X \leq \bar{X} + \frac{1}{2} SD$
- Atas Normal () = $\bar{X} + \frac{1}{2} SD < X \leq \bar{X} + 1\frac{1}{2} SD$
- Jauh Di atas Normal (JAN) = $X > \bar{X} + 1\frac{1}{2} SD$

