

PENERAPAN METODA *MARKOV CHAIN* UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA PEMELIHARAAN BERDASARKAN PADA BIAYA *DOWN TIME* DI PERUSAHAAN “Y” GRESIK

Ida Bagus Suardika *

Abstraksi

Kelancaran proses produksi pada suatu perusahaan salah satunya ditentukan oleh kondisi fasilitas produksi yang digunakan, hal tersebut menunjukkan bahwa pentingnya peranan pemeliharaan fasilitas produksi. Pemeliharaan yang memburuk dapat mengakibatkan produk menjadi cacat dan juga dapat mengakibatkan ongkos produksi menjadi meningkat karena fasilitas produksi mengalami kerusakan, untuk itu perlu adanya pemeliharaan. Kegiatan pemeliharaan *preventive* di Perusahaan “Y” Gresik dalam pelaksanaannya masih kurang sehingga menimbulkan kerusakan baik itu ringan, sedang maupun berat. Kondisi tersebut sangat merugikan karena menimbulkan biaya *down time* akibat fasilitas produksi tidak beroperasi. Untuk mengurangi biaya tersebut, salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan merencanakan pemeliharaan fasilitas, dengan menggunakan metode *Markov Chain*. Adapun usulan pemeliharaan tersebut adalah :

1. Pemeliharaan preventif pada status 3 (kerusakan sedang) dan pemeliharaan korektif pada status 4 (kerusakan berat) (P_1).
2. Pemeliharaan preventif pada status 2 (kerusakan ringan) dan pemeliharaan korektif pada status 3 (kerusakan sedang) dan 4 (kerusakan berat) (P_2).
3. Pemeliharaan preventif pada status 2 (kerusakan ringan) dan 3 (kerusakan sedang) serta pemeliharaan korektif pada status 4 (kerusakan berat) (P_3).
4. Pemeliharaan korektif pada status 3 (kerusakan sedang) dan 4 (kerusakan berat) (P_4).

Berdasarkan hasil perhitungan biaya rata-rata ekspektasi dipilih usulan pemeliharaan P_3 untuk masing-masing fasilitas produksi. Penghematan biaya yang terjadi adalah: untuk *forklif* sebesar 11,91%, *cooking vat* sebesar 15,06%, mesin *slicer* sebesar 9,16 %, mesin *goullotine* sebesar 12,48%, mesin *glue speeder* sebesar 10,47%, mesin *hot press* sebesar 34,18%, mesin *hand cutting* sebesar 27,58%, mesin *sander* sebesar 11,86%, *genset* sebesar 24,8 %, *boiler* sebesar 14,78%.

Kata Kunci : Pemeliharaan Fasilitas Produksi, *Markov Chain*, Biaya Pemeliharaan

PENDAHULUAN

Dengan semakin tingginya permintaan akan produk yang sudah terlanjur disukai oleh para pemakai (konsumen) menjadikan para pengusaha/pabrikan mengoptimalkan fungsi mesin dan peralatan sebagai pelayan dalam proses produksi. Terlebih lagi jika *profit oriented* menjadi tujuan satu satunya perusahaan dan perilaku selalu *over time/* kerja lembur, menjadikan lambat laun masalah pemeliharaan mesin dan peralatan terabaikan karena tidak tersedianya waktu yang mengganggu. Kondisi ini memicu terjadinya mesin dan peralatan akan mengalami kelelahan melayani dalam proses produksi yang mengejar target.

Perusahaan yang berdiri cukup lama menandakan bahwa fasilitas produksi (mesin dan peralatan) yang digunakan juga berumur cukup lama yang tentunya memerlukan suatu kegiatan pemeliharaan yang baik dan tepat agar proses produksi tidak terganggu. Pemeliharaan yang memburuk dapat mengakibatkan produk menjadi cacat dan menimbulkan kondisi kerja yang berbahaya sehingga tidak nyaman dalam bekerja. Selain itu, juga dapat mengakibatkan ongkos produksi menjadi meningkat karena fasilitas produksi (mesin dan peralatan) mengalami kerusakan.

* Dosen Tetap Jurusan Teknik Industri ITN Malang

Kelancaran proses produksi pada suatu sistem produksi salah satunya ditentukan oleh kondisi fasilitas produksi (mesin dan peralatan) yang digunakan. Mengingat tingginya permintaan konsumen maka akan semakin tinggi pula jam operasi mesin dan peralatan. Yang secara otomatis pula menyebabkan seluruh komponen dari sistem operasi tersebut akan terkena suatu kondisi yang semakin buruk dan seringkali timbul kegagalan atau kerusakan pada saat operasi. Adapun data waktu kerusakan untuk masing-masing fasilitas adalah seperti tabel 1.

Tabel 1. **Data Waktu Kerusakan Tiap Fasilitas Produksi**

Bulan & Tahun	Waktu Kerusakan (jam)									
	<i>Forklif</i>	<i>Cooking Vat</i>	Mesin <i>Slicer</i>	Mesin <i>Goullotine</i>	Mesin <i>Glue Spreader</i>	Mesin <i>Hot Press</i>	Mesin <i>Hand Cutting</i>	Mesin <i>Sander</i>	<i>Genset</i>	<i>Boiler</i>
Nov'07	2	6	8	6	3	0	7	0	5	3
Des'07	5	7,5	7	8	5	9	4	0	6	4
Jan'08	6	9	5	5	4	8,5	6	4	5	2
Peb'08	4	12	9	0	5	6	5	2	0	3
Mar'08	4	5	6	5	7	4	7	5	6	5
Apr'08	5	8	8	7	5	0	6	5	5	3
Mei'08	1	6	7,5	5	2	8	3	1	4	2
Jun'08	2,5	0	8	4	4	6	5	3	5	5
Jul'08	7	7	5	8	5	5	0	4,5	3	0
Augst'08	5	9	8	6	4	6	2	5	0	3
Sept'08	6	7	9	3	5	6	7	0	7	0
Okt'08	3	8	10	7	3	8	5	3	5	5
Total	50,5	84,5	90,5	64	52	66,5	57	32,5	51	35

Sumber: Perusahaan "Y" Gresik

Tujuan penerapan metoda *Markov Chain* pada pemeliharaan mesin dan peralatan ini adalah:

1. Mengolah matrik transisi awal kegiatan pemeliharaan dan usulan agar diperoleh probabilitas status dalam keadaan mapan (*steady state*)
2. Menghitung biaya pemeliharaan perusahaan dan biaya pemeliharaan usulan yang didasarkan pada biaya *down time*
3. Menghitung penghematan biaya pemeliharaan

Pembahasan hanya dilakukan pada pemeliharaan fasilitas (mesin dan peralatan) produksi pada Perusahaan "Y" Gresik antara lain:

forklif, cooking vat, mesin slicer, mesin goullotine, mesin glue spreader, mesin hot press, mesin hand cutting, mesin sander, genset, dan boiler.

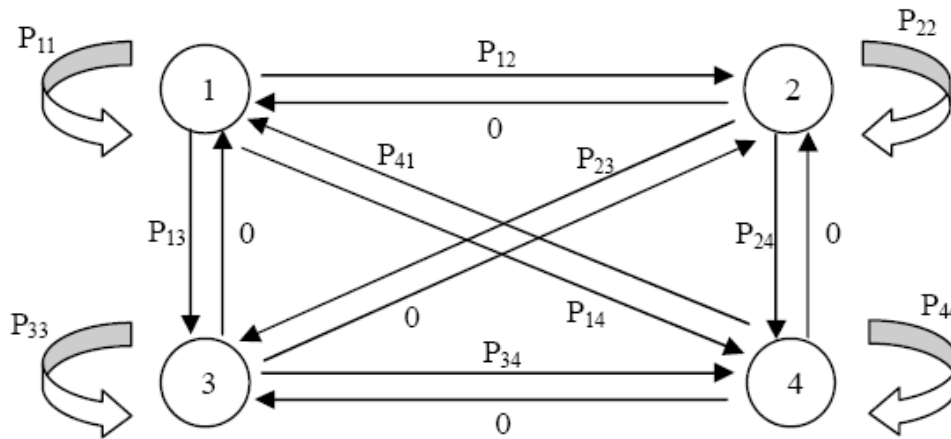
KAJIAN PUSTAKA

Kegunaan Probabilitas dan Keputusan Markov

Bila dikatakan bahwa dalam selang yang cukup pendek terdapat 4 kemungkinan status, maka untuk mengubah kondisi status yang dialami dilakukan beberapa tindakan yang sesuai

dengan kondisi status. Misalnya, jika perbaikan item baru dilakukan setelah item tersebut mengalami kerusakan berat, dengan kata lain untuk status 1, 2 dan 3 tetap dibiarkan saja. Tetapi seandainya kebijaksanaan itu dirubah dimana pemeliharaan dilakukan apabila item berada pada status 2, 3 dan 4 sehingga menjadi status 1 juga bisa dilakukan. Status dan kondisi kerusakan (status 1 adalah kondisi baik, status 2 adalah kondisi rusak ringan, status 3 kondisi rusak sedang, dan status 4 adalah kondisi rusak berat)

Model matis himpunan tertutup (*close set*) dan peralihan status sebagai berikut:



Gambar 1. Model Transisi Diagram

Tabel 2. Jenis Tindakan

Keputusan	Tindakan yang dilakukan
1	Tidak dilakukan tindakan
2	Dilakukan pemeliharaan pencegahan (sistem kembali ke status sebelumnya)
3	Pemeliharaan korektif (sistem kembali ke status 1)

Tabel 3. Keputusan Pemeliharaan

Policy	Keterangan	$d_1(p)$	$d_2(P)$	$d_3(P)$	$d_4(P)$
P_0	Pemeliharaan korektif pada status 4	1	1	1	3
P_1	Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 3	1	1	2	3
P_2	Pemeliharaan korektif pada status 3 dan 4, serta pemeliharaan pencegahan pada status 2	1	2	3	3
P_3	Pemeliharaan korektif pada status 4 dan pemeliharaan pencegahan pada status 2 dan 3	1	2	2	3
P_4	Pemeliharaan korektif pada status 3 dan status 4	1	1	3	3

Dimana P_0 adalah pemeliharaan yang dilakukan perusahaan, yang merupakan matrik transisi awal sedangkan $P_1, P_2, P_3,$ dan P_4 adalah usulan pemeliharaan yang didapat dari perubahan pada matrik awal sesuai dengan tindakan yang dilakukan.

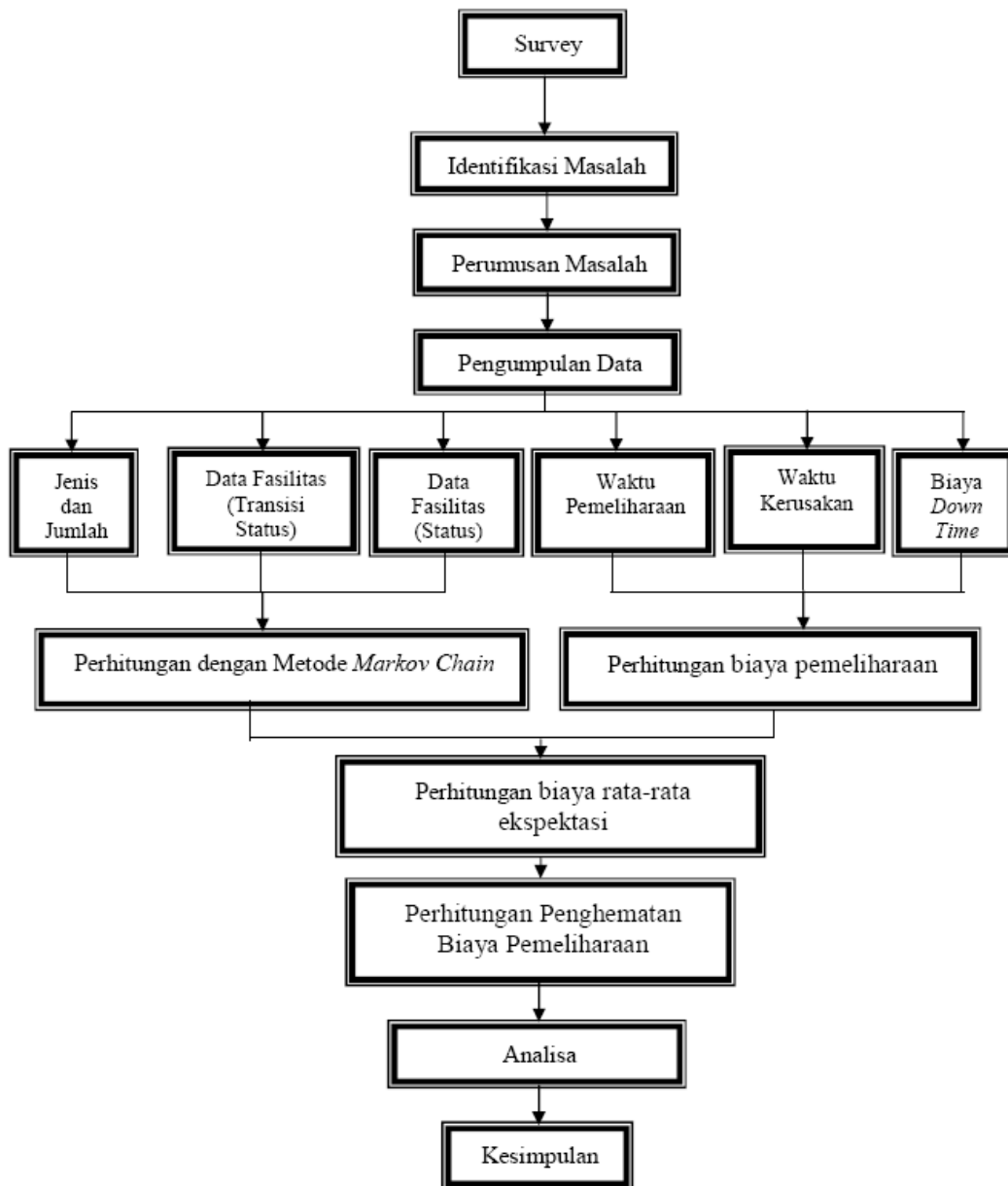
Jika suatu item berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang, maka item tersebut tidak akan mengalami transisi ke status baik, dengan kata lain bahwa suatu item yang berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang akan tetap berada pada status kerusakan ringan dan kerusakan sedang atau hanya akan beralih ke status kerusakan berat. Dan jika item berada pada status kerusakan berat atau dengan kata lain suatu item yang memburuk akan tetap memburuk sampai selang pemeriksaan berikutnya, atau bila tidak item akan mengalami kerusakan berat selama selang tersebut akan diperbaiki pada selang pemeriksaan berikutnya.

Penghematan dari biaya usulan perencanaan pemeliharaan fasilitas yang dipilih tiap-tiap fasilitas adalah:

$$\text{Penghematan Biaya} = \frac{\text{Biaya Pemeliharaan Perusahaan} - \text{Ekspektasi Termurah}}{\text{Biaya Pemeliharaan Perusahaan}} \times 100\%$$

METODOLOGI

Pembahasan tentang penerapan metoda *Markov chain* dapat dilihat dari skema seperti gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

Hasil perhitungan probabilitas perencanaan pemeliharaan fasilitas sepuluh mesin produksi berdasarkan kegiatan pemeliharaan (P), status kerusakan (p_1) dan probabilitas transisi dalam keadaan *steady state* (mapan) untuk masing-masing fasilitas, yaitu:

- a. *Forklif* : Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,536$; $p_2 = 0,107$; $p_3 = 0,236$; $p_4 = 0,121$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,768$; $p_2 = 0,148$; $p_3 = 0,058$; $p_4 = 0,025$

- b. *Cooking Vat*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,748$; $p_2 = 0,069$; $p_3 = 0,113$; $p_4 = 0,070$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,882$; $p_2 = 0,067$; $p_3 = 0,035$; $p_4 = 0,016$
- c. Mesin *Slicer*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,307$; $p_2 = 0,153$; $p_3 = 0,425$; $p_4 = 0,115$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,686$; $p_2 = 0,228$; $p_3 = 0,057$; $p_4 = 0,029$
- d. Mesin *Goullotine*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,479$; $p_2 = 0,105$; $p_3 = 0,283$; $p_4 = 0,133$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,742$; $p_2 = 0,145$; $p_3 = 0,052$; $p_4 = 0,061$
- e. Mesin *Glue Spreader*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,461$; $p_2 = 0,096$; $p_3 = 0,291$; $p_4 = 0,152$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,686$; $p_2 = 0,171$; $p_3 = 0,086$; $p_4 = 0,057$
- f. Mesin *Hot Press*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,616$; $p_2 = 0,102$; $p_3 = 0,153$; $p_4 = 0,128$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas: $p_1 = 0,775$; $p_2 = 0,129$; $p_3 = 0,064$; $p_4 = 0,032$
- g. Mesin *Hand Cutting*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,469$; $p_2 = 0,157$; $p_3 = 0,237$; $p_4 = 0,137$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,727$; $p_2 = 0,182$; $p_3 = 0,06$; $p_4 = 0,031$
- h. Mesin *Sander*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,580$; $p_2 = 0,064$; $p_3 = 0,211$; $p_4 = 0,145$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,727$; $p_2 = 0,151$; $p_3 = 0,091$; $p_4 = 0,031$
- i. *Genset*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,528$; $p_2 = 0,122$; $p_3 = 0,214$; $p_4 = 0,136$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,752$; $p_2 = 0,151$; $p_3 = 0,054$; $p_4 = 0,042$
- j. *Boiler*: Untuk pemeliharaan awal atau yang dilakukan perusahaan nilai $p_1 = 0,385$; $p_2 = 0,154$; $p_3 = 0,231$; $p_4 = 0,231$ dan setelah dianalisa maka dipilih P_3 yang mempunyai nilai probabilitas $p_1 = 0,556$; $p_2 = 0,222$; $p_3 = 0,111$; $p_4 = 0,111$

SIMPULAN

Biaya rata-rata ekspektasi yang dihasilkan untuk probabilitas transisi awal (P_0) atau pemeliharaan yang dilakukan perusahaan untuk masing-masing fasilitas per tahun adalah sebagai berikut :

- a. *Forklif* (Item-1) sebesar Rp 56.827.892,-
- b. *Cooking Vat* (Item-2) sebesar Rp 50.425.375,-
- c. Mesin *Slicer*(Item-3) sebesar Rp 34.884.310,-
- d. Mesin *Goullotine* (Item-4) sebesar Rp 47.530.667,52
- e. Mesin *Glue Spreader* (Item-5) sebesar Rp 102.910.080,-
- f. Mesin *Hot Press* (Item-6) sebesar Rp 109.770.752,-
- g. Mesin *Hand Cutting* (Item-7) sebesar Rp 48.415.800,-
- h. Mesin *Sander* (Item-8) sebesar Rp 64.687.454,-
- i. *Genset* (Item-9) sebesar Rp 30.171.600,-
- j. *Boiler* (Item-10) sebesar Rp 69.993.000,-

Dengan rincian biaya rata-rata ekspektasi pemeliharaan usulan termurah adalah sebagai berikut :

- a. *Forklif* (Item-1) sebesar Rp 50.057.300,-
- b. *Cooking Vat* (Item-2) sebesar Rp 42.829.600,-
- c. Mesin *Slicer* (Item-3) sebesar Rp 31.687.146,-
- d. Mesin *Goullotine* (Item-4) sebesar Rp 41.600.502,-
- e. Mesin *Glue Spreader* (Item-5) sebesar Rp 92.129.520,-
- f. Mesin *Hot Press* (Item-6) sebesar Rp 72.243.392,-
- g. Mesin *Hand Cutting* (Item-7) sebesar Rp 35.061.000,-
- h. Mesin *Sander* (Item-8) sebesar Rp 57.014.263,8
- i. *Genset* (Item-9) sebesar Rp 22.693.950,-
- j. *Boiler* (Item-10) sebesar Rp 59.646.960,-

Dengan analisa biaya rata-rata ekspektasi pemeliharaan usulan yang paling minimum untuk *Forklif* (item-1), *Cooking Vat* (item-2), mesin *Slicer* (item-3), mesin *Goullotine* (item-4), mesin *Glue Spreader* (item-5), mesin *Hot Press* (item-6), mesin *Hand Cutting* (item-7), mesin *sander* (item-8), *Genset* (item-9), *Boiler* (item-10) terletak pada pemeliharaan usulan P_3 yaitu pemeliharaan korektif pada kondisi kerusakan berat dan pemeliharaan pencegahan pada kondisi kerusakan ringan dan sedang.

Penghematan biaya pemeliharaan dan perencanaan pemeliharaan usulan yang dipilih pada tiap-tiap item adalah :

- a. *Forklif* (Item-1) sebesar 11,91 %, yaitu Rp 6.770.592,-
- b. *Cooking Vat* (Item-2) sebesar 15,06%, yaitu Rp 7.595.775,-
- c. *Mesin Slicer* (Item-3) sebesar 9,16%, yaitu Rp3.197.164,-
- d. *Mesin Goullotine* (Item-4) sebesar 12,48%, yaitu Rp 5.930.165,52
- e. *Mesin Glue Spreader* (Item-5) sebesar 10,47% yaitu Rp 10.780.560,-
- f. *Mesin Hot Press* (Item-6) sebesar 34,18%, yaitu Rp 37.527.360,-
- g. *Mesin Hand Cutting* (Item-7) sebesar 27,58%, yaitu Rp13.354.800,-
- h. *Mesin Sander* (Item-8) sebesar 11,86%, yaitu Rp 7.673.281,2
- i. *Genset* (Item-9) sebesar 24,8%, yaitu Rp 7.477.650,-
- j. *Boiler* (Item-10) sebesar 14,78 % yaitu Rp 10.3463040,-

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan, 1999, **Manajemen Produksi dan Operasi**, Jakarta : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Blanchard, Benjamin S., Dinesh.V & Elmer L.P, 1995, *Maintanability*, New York: John Wiley and Sons
- Corder, Antony, 1996, **Teknik Manajemen Pemeliharaan**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ebeling, E, Charles, 1997, *Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Singapore.
- Hamdy A., Taha, 1997, **Riset Operasi**, Jilid Dua, Diterjemahkan Daniel Wirajaya, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Mourbray, John, 1997, *Reliability Centered Maintenance*, Second Edition, Industrial Press Inc, New York.
- Universitas Negeri Malang, 2000, **Pedoman Penulisan Karya Ilmiah**, edisi Keempat. Malang. Universitas Negeri Malang Press