

ANALISIS PENGARUH PEMAKAIAN DAYA LISTRIK TERHADAP JUMLAH PENUMPANG PESAWAT UDARA DI BANDARA

Agus Supriyadi, Erwin Kurniadi

Dosen Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug PO BOX 509 Tangerang (15001)

Abstrak:

Suatu konsep bagaimana melakukan penelitian sehingga dapat diketahui pengaruh jumlah penumpang terhadap pemakaian daya listrik di suatu bandara yang memiliki catu daya utama dari PLN sebesar 245 KVA dan tiga buah catu daya cadangan dengan peruntukan terpisah, yaitu: 1 x 150 KVA untuk catu daya cadangan ke gedung menara pengawas (tower bandara) dan 2 x 126 KVA untuk catu daya cadangan Operasi Bandara dan Gedung Perkantoran.

Kata kunci:

pemakaian daya listrik, jumlah penumpang bandara.

PENDAHULUAN

Peran dari bandara pada hakekatnya adalah membuka isolasi suatu daerah, menghubungkan daerah satu dengan daerah lainnya, menunjang perekonomian dan pengembangan suatu daerah serta memperlancar lalu lintas barang, orang dan jasa dari darat ke pesawat dan kembali ke darat lagi. Sebuah bandara yang terletak di suatu daerah yang mempunyai daya tarik tersendiri untuk dijadikan obyek wisata, baik wisata alam, adat maupun budaya akan mampu menarik minat perusahaan penerbangan untuk membuka layanan penerbangan internasional sehingga mengakibatkan peningkatan status bandara tersebut menjadi Bandara Internasional.

Dimisalkan sebuah bandara A memiliki landasan pacu berukuran 1200 x 30 m. Bandara A memiliki fasilitas listrik yang merupakan salah satu sarana yang sangat penting dalam mendukung operasi suatu bandara. Untuk memenuhi kebutuhan listriknya bandara A disuplai oleh catu daya listrik dari PLN sebesar 245 KVA sebagai catu daya utama, sedangkan catu daya cadangannya adalah Genset (*Generating set*) dengan kapasitas 2 x 126 KVA dan 1 x 150 KVA.

Dalam prakteknya, bandara A mengalami kenaikan jumlah pemakaian daya listrik yang berarti pembayaran rekening listrik juga ikut naik. Peningkatan tersebut dapat diakibatkan beberapa hal yang mungkin terjadi, antara lain: adanya penambahan fasilitas beban

seperti pemasangan mesin pendingin, tambahan instalasi penerangan, pemborosan pemakaian listrik atau karena bertambahnya jumlah pemakai.

PERMASALAHAN

1. Seberapa besar peningkatan jumlah penumpang di Bandara A?
2. Seberapa besar jumlah daya listrik yang terpakai di Bandara A?
3. Bagaimana pengaruh jumlah penumpang terhadap jumlah daya listrik terpakai di Bandara A?

TUJUAN

Untuk mengetahui pengaruh jumlah penumpang terhadap jumlah daya listrik terpakai di Bandara.

LANDASAN TEORI

1. Sistem Angkutan

Menurut Suwardjoko (1990), bahwa angkutan diperlukan karena sumber kebutuhan manusia tidak terdapat di sembarang tempat. Selain itu, sumber yang berupa bahan baku tersebut harus melalui tahapan produksi yang lokasinya juga tidak selalu di lokasi manusia sebagai konsumen. Adanya jarak antara lokasi sumber, lokasi produksi, dan lokasi konsumen itulah yang melahirkan

perangkutan. Pada dasarnya ada tiga jenis angkutan, yakni angkutan darat, air dan udara. Angkutan darat dilakukan dengan kendaraan bermotor, kereta rel, dan gerobak yang ditarik oleh binatang atau orang. Angkutan air dilakukan dengan kapal dan perahu. Angkutan udara hanya dilakukan oleh pesawat terbang.

Dalam angkutan, terdapat lima unsur pokok yakni: manusia yang membutuhkan, barang yang dibutuhkan, kendaraan sebagai alat angkut, jalan sebagai prasarana angkutan, dan organisasi sebagai pengelola angkutan. Pada prinsipnya dalam mengadakan dan melaksanakan angkutan harus ada jaminan bahwa penumpang dan atau barang yang diangkut akan sampai di tempat tujuan dalam keadaan baik dan aman seperti keadaannya pada saat awal diangkut. Jaminan ini tak mungkin dapat terpenuhi tanpa diketahui lebih dahulu ciri penumpang dan barang serta kondisi dan konstruksi sarana, prasarana, dan pelaksanaan angkutan.

Pada angkutan jarak pendek, tuntutan kenyamanan tidak terlampaui tinggi, namun dibutuhkan jenis angkutan yang aman, nyaman dan cepat. Untuk hal ini, angkutan udara lebih cocok, karena ciri istimewa angkutan udara adalah cepat sebab pesawat terbang bukan hanya mampu bergerak sangat cepat, melainkan juga mampu terbang lurus melintasi berbagai rintangan alam yang tidak teratasi oleh perangkutan jenis yang lain. Laut, gunung, gurun, rawa, hutan dan lain-lain tidak menjadi hambatan bagi angkutan udara.

Sistem angkutan udara telah berkembang sangat pesat sebagai akibat kemajuan teknologi di berbagai bidang. Pada sistem perangkutan udara diperlukan adanya sarana dan prasarana yakni pesawat terbang dan bandara. Bandara merupakan terminal angkutan yang membutuhkan sarana yang jauh lebih lengkap dibandingkan dengan terminal angkutan darat. Berbagai kemudahan harus tersedia di bandara, apalagi yang bertaraf internasional. Contoh kemudahan itu misalnya sarana telepon umum, bagian penerangan dan informasi, tempat penukaran mata uang

asing, bank, tempat pemesanan hotel, taxi dan sebagainya. Jelasnya bandara ditunjang oleh bermacam usaha yang berkaitan dengan pelayanan perangkutan udara. Di Bandara Internasional kegiatan ini tiada henti harus mampu melayani kegiatan penerbangan pada setiap saat, tanpa keterbatasan dan menjamin keselamatan penerbangan, kelancaran dan keteraturan di bandara.

Pada dasarnya ada tiga fungsi utama suatu bandara yaitu: tempat perpindahan moda angkutan, tempat pemrosesan perjalanan, tempat menyimpan dan merawat pesawat. Di samping itu harus diatur pula sistem pengamanan bagi pesawat terbang, penumpang, pengujung, barang dan lain-lain dan salah satu faktor pendukung untuk kegiatan-kegiatan tersebut adalah tersedianya fasilitas kelistrikan yang memadai.

Kegiatan lain yang penting adalah pencatatan pergerakan pesawat baik yang datang maupun berangkat, pencatatan penumpang baik yang datang, berangkat dan transit serta data mengenai kargo ataupun pos. Catatan tentang jumlah lalu lintas angkutan udara dilaporkan oleh perusahaan penerbangan setiap saat, selanjutnya direkapitulasi oleh Dinas Tata Usaha dan Personalia Bandara dalam bentuk laporan bulanan, triwulanan dan tahunan.

2. Pemakaian Daya Listrik

Listrik merupakan kebutuhan yang sudah tidak dapat lagi dipisahkan dari kehidupan manusia terutama dikota tidak terkecuali bandara. Untuk keperluan bandara, listrik dipergunakan untuk operasi penerbangan, penerangan lampu-lampu landasan, penerangan lingkungan bandara, menggerakkan alat-alat motor listrik seperti pompa air, mesin pendingin, dan berjalan sampai kepada penggunaan komputer yang semuanya memerlukan daya listrik.

Berdasarkan penggunaannya, pemakaian listrik di bandara terbagi menjadi dua, yakni: *essential* yang meliputi kegunaan untuk operasi keselamatan penerbangan dan fasilitas pendukung lainnya dan *non essential* untuk memenuhi kebutuhan terminal, perkantoran penerangan lingkungan dan

lain sebagainya. Sebagai fasilitas yang amat penting dan vital, keberadaan listrik sebagai catu daya utama disuplai oleh PLN dan catu daya cadangan berupa Genset (Generating Set). Sebagai catu daya cadangan, bila sewaktu-waktu catu daya utama dari PLN padam maka suplai beban diambil alih oleh Genset. Keberadaan cadangan catu daya itu menunjukkan betapa pentingnya fasilitas listrik untuk kebutuhan bandara.

Pemakaian listrik diukur berdasarkan penggunaannya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kilowattjam meter atau kWh meter, yang dapat dilihat pada kWh meter yang terpasang pada panel induk di gedung Main Power House (MPH) setiap saat. Pencatatan kWh meter harian dilakukan oleh teknisi listrik, yang dicatat di buku kWh dan Log Book setiap pagi sekitar jam 07.00. Setiap akhir bulan direkapitulasi sebagai laporan bulanan kepada pihak manajemen bandara. Sedangkan pencatatan bulanan yang terkait dengan pembayaran (rekening) dilakukan oleh petugas PLN.

Pemakaian daya listrik yang direkapitulasi merupakan gabungan dari ketiga beban yaitu LWBP, WBP, dan KVARH yang mana beban tersebut adalah:

- LWBP : Luar Waktu Beban Puncak artinya beban yang terjadi antara jam 22.00–18.00.
- WBP : Waktu Beban Puncak artinya beban yang dicatat oleh meter antara jam 18.00–22.00.
- KVARH : Kilo Volt Amper Reaktif artinya pencatatan meter yang disebabkan oleh beban kapasitif/induktif yang berlebihan sehingga faktor daya ($\cos \phi$) menjadi rendah sekali (di bawah ketentuan PLN).

Energi diukur dengan menggunakan alat ukur wattjam. Karena energi merupakan perkalian antara daya dan waktu, maka kedua besaran tersebut harus diperhitungkan dalam pengukuran energi. Menurut Eugene dan Hannafi (1984), alat ukur wattjam adalah motor kecil yang kecepatan putarnya setiap

saat sebanding dengan daya pada saat itu. Jumlah putaran total yang dilakukan oleh elemen putar dalam waktu tertentu merupakan ukuran energi yang digunakan selama waktu tersebut.

Elemen putar berupa piringan aluminium yang dipasang pada batang vertikal, gesekan dikurangi seminimum mungkin dengan menggunakan bantalan gantung dengan intan atau magnetik. Kopel penggerak diperoleh dari elektromagnet, yang terdiri dari kumparan tegangan dan dua kumparan arus yang dipasang pada inti besi tetapi secara mekanis terpisah satu dengan yang lain.

Kumparan arus, yang akan dihubungkan seri dengan saluran, terbuat dari lilitan kawat yang relatif besar dan jumlah lilitannya sedikit karena harus mengalirkan arus saluran sepenuhnya. Fluksi yang dihasilkan oleh kumparan arus sebanding dan sefase dengan arus saluran. Agar dapat dihubungkan langsung pada rangkaian yang energinya akan diukur, kumparan tegangan dililit dengan sejumlah besar lilitan kawat halus. Karena induksi kumparan yang tinggi, maka arus ketinggalan di belakang tegangan yang dikenakan hampir 90° . Agar fluksi kumparan benar-benar 90° di belakang fluksi kumparan arus, dipasangkan kumparan terhubung singkat disekitar inti dibagian bawah kumparan tegangan.

Untuk mencegah jangkar berputar pada kecepatan tinggi ketika dikenai kopel dan agar kecepatannya sebanding dengan daya yang diberikan pada alat ukur, maka diperlukan kopel pelambat. Hal ini dicapai dengan memasang magnet permanen didekat elemen putar sehingga piringan berputar didalam medan yang dibangkitkan oleh magnet. Arus pusar yang diinduksikan dalam piringan menghasilkan medan yang bereaksi terhadap medan dari magnet, sehingga menyebabkan aksi peredam yang sebanding dengan kecepatan piringan, makin cepat piringan putar, makin besar arus pusar dan makin besar aksi pelambatan. Oleh sebab itu maka kepesatan elemen putar dari alat ukur wattjam dibuat sebanding dengan daya dalam rangkaian. Alat pencatat (register) dihubungkan dengan elemen putar

melalui roda gigi dan pembacaannya menunjukkan energi yang digunakan selama periode waktu tertentu, pencatat ditera agar pembacaannya langsung dalam kilowattjam atau kWh.

Daya listrik dapat didefinisikan sebagai ukuran (rate) pada saat energi listrik di konversi, watt (W) adalah ukuran dasar dari daya listrik. Untuk pengukuran yang lebih besar adalah Kilowatt (kW). Wattmeter memperhitungkan semua faktor arus, tegangan dan faktor daya pada waktu yang sama dan menunjukkan daya yang sungguh-sungguh terpakai, wattmeter ada yang berupa konfigurasi analog atau digital. Satuan yang digunakan untuk pengukuran energi listrik adalah kilowatthour (kWh). Untuk menghitung energi listrik yang digunakan dalam kilowatthour adalah daya dalam kilowatt (kW) kali waktu dalam jam (h).

- b. Step wise, untuk menyederhanakan hasil korelasi dengan menghitung nilai koefisien korelasi yang lebih rendah untuk mendapatkan satu nilai koefisien korelasi yang paling tinggi atau paling kuat hubungannya antara variabel Y dengan variabel X.
- c. Analisis regresi sederhana, dari hasil step wise didapatkan dua variabel, yaitu daya listrik yang terpakai keseluruhan sebagai variabel terikat (Y) dan pengguna daya listrik terpakai pada salah satu kelompok yang lain sebagai variabel bebas (X), kedua variabel ini kemudian diregresikan untuk memprediksi atau mengetahui perubahan besaran kuantitatif dan untuk mengetahui bentuk hubungan fungsional antara kedua variabel.
- d. Uji signifikansi regresi digunakan untuk mengetahui hasil analisis regresi yang signifikan apabila F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} ($F_h > F_t$).

METODE

Variabel bebasnya adalah data jumlah pergerakan pesawat, jumlah penumpang dan jumlah kargo tiap bulan selama periode lima tahun terakhir, yang meliputi: jumlah pergerakan pesawat sebagai variabel X_1 , jumlah penumpang sebagai variabel X_2 dan jumlah kargo sebagai variabel X_3 . Variabel terikatnya adalah data jumlah penggunaan daya listrik (kWh) selama periode lima tahun terakhir. Oleh sebab itu didapatkan data bulanan sebanyak 60 data.

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari laporan bulanan dari Unit Kerja Teknik Elektronika & Listrik selama periode lima tahun terakhir. Data pemakaian daya listrik dan data arus lalu lintas angkutan udara yang sudah terambil dan berbentuk angka kemudian ditabulasi untuk masing-masing variable. Uji normalitas menggunakan uji Lillifors dan uji homogenitas menggunakan uji Bartlett dilakukan.

Setelah dilakukan uji normalitas data dan uji homogenitas, selanjutnya dilakukan tahapan kegiatan berikut ini:

- a. Analisis korelasi, untuk menguji hubungan timbal balik atau keterikatan antara variabel terikat dengan ketiga variabel bebas dengan menggunakan korelasi product moment.

HASIL PENELITIAN

Penelitian menghasilkan data yang dapat ditabulasikan seperti tampak pada table 1.

Tabel 1.

Data penggunaan Daya Listrik (KWH), Jumlah Pergerakan Pesawat, Jumlah Penumpang dan Cargo.

No.	X_1	X_2	X_3	Y
1	1.259	36.157	97.247	47.658
2	1.242	38.330	104.808	50.899
3	1.105	40.770	92.524	53.738
4	1.091	37.812	111.466	50.211
5	742	25.093	99.564	40.975
6	974	39.291	93.158	52.174
7	875	31.196	96.266	50.940
8	943	32.819	99.392	49.949
9	834	27.508	90.110	47.483
10	815	27.599	99.150	47.640
11	808	29.650	73.925	49.893
12	805	24.951	86.528	42.151
13	977	30.506	124.236	51.535
14	881	29.188	122.265	50.586
15	809	27.947	110.779	48.435
16	895	27.119	124.181	45.232
17	965	25.939	139.683	42.840
18	906	22.123	105.169	41.238
19	1.018	25.209	111.574	42.564
20	902	20.388	113.767	40.165
21	914	23.284	105.727	41.504
22	887	29.330	105.850	52.281
23	839	26.510	116.220	44.224
24	997	29.914	147.675	49.902
25	998	29.217	107.139	48.739
26	1.003	30.717	117.675	51.241
27	1.056	37.812	108.655	57.454
28	1.038	38.667	119.372	59.930
29	1.011	34.915	122.301	53.396
30	1.009	36.515	96.458	55.843
Σ	1.460.820	28.598	916.476	3.242.874

Analisis Hasil Penelitian

1. Analisis Korelasi

Analisis korelasi berangkat dari hipotesis penelitian yang dapat dituliskan sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat hubungan antara variabel X dan Y.

H_a : Terdapat hubungan antara variabel X dan Y.

Teknik Korelasi Person Product Momen (PPM) dipakai untuk mencari hubungan/membuktikan hipotesis hubungan dua variabel atau lebih antara variabel bebas (X) dengan variabel (Y) dengan rumus :

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

Diperoleh nilai korelasi antara X_2 dan Y sebesar 0,845. Pada tabel nilai-nilai r product momen dengan taraf signifikansi α 0,05 dengan $N = 30$ diperoleh r tabel 0,361 artinya r hitung 0,845 > r tabel 0,361 berarti H_0 diterima dan korelasinya signifikan. Jadi diinterpretasikan bahawa terdapat hubungan yang sangat kuat, positif dan signifikan antara jumlah penumpang dengan jumlah pemakaian energi listrik.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Uji Korelasi.

Variabel	Y	X_1	X_2	X_3
Y	1			
X_1	0,422	1		
X_2	0,845	0,679	1	
X_3	-0,0079	0,164	-0,130	1

Melalui perhitungan korelasi product moment diperoleh nilai seperti terlihat pada tabel 2. Selanjutnya menggunakan langkah penyederhanaan (step wise) didapatkan korelasi yang paling tinggi adalah antara variabel Y dengan variabel X_2 yaitu sebesar 0,845. Jadi koefisien determinasinya adalah: $0,845^2 \times 100\%$ menghasilkan nilai 71,40 %.

Untuk menggambarkan hubungan tersebut kausal atau tidak, maka digunakan analisis regresi. Metode

regresi ini digunakan, untuk menentukan naik atau turunnya variabel terikat melalui kenaikan atau penurunan dari variabel bebasnya.

2. Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan fungsional (pengaruh atau meramalkan pengaruh) analisis regresi bisa dilakukan jika antara kedua variabel yang akan dianalisis itu mempunyai korelasi yang signifikan.

Tabel 3. Tabel Penolong

No.	X	Y	XY	X^2	Y^2
1	20.388	40.165	818.884.020	415.670.544	1.613.227.225
2	22.123	41.238	912.308.274	489.427.129	1.700.572.644
3	23.284	41.504	966.379.136	542.144.656	1.722.582.016
4	24.951	42.151	1.051.709.601	622.552.401	1.776.706.801
5	25.093	40.975	1.028.185.675	629.658.649	1.678.950.625
6	25.209	42.564	1.072.995.876	635.493.681	1.811.694.096
7	25.939	42.840	1.111.226.760	672.831.721	1.835.265.600
8	26.510	44.224	1.172.378.240	702.780.100	1.955.762.176
9	27.119	45.232	1.226.646.608	735.440.161	2.045.933.824
10	27.508	47.483	1.306.162.364	756.690.064	2.254.635.289
11	27.599	47.640	1.314.816.360	761.704.801	2.269.569.600
12	27.947	48.435	1.353.612.945	781.034.809	2.345.949.225
13	29.188	50.586	1.476.504.168	851.939.344	2.558.943.396
14	29.217	48.739	1.424.007.363	853.633.089	2.375.490.121
15	29.330	52.281	1.533.401.730	860.248.900	2.733.302.961
16	29.650	49.893	1.479.327.450	879.122.500	2.489.311.449
17	29.914	49.902	1.492.768.428	894.847.396	2.490.209.604
18	30.506	51.535	1.572.126.710	930.616.036	2.655.856.225
19	30.717	51.241	1.573.969.797	943.534.089	2.625.640.081
20	31.196	50.940	1.589.124.240	973.190.416	2.594.883.600
21	32.819	49.949	1.639.276.231	1.077.086.761	2.494.902.601
22	34.915	53.396	1.864.321.340	1.219.057.225	2.851.132.816
23	36.157	47.658	1.723.170.306	1.307.328.649	2.271.284.964
24	36.515	55.843	2.039.107.145	1.333.345.225	3.118.440.649
25	37.812	50.211	1.898.578.332	1.429.747.344	2.521.144.521
26	37.812	57.454	2.172.450.648	1.429.747.344	3.300.962.116
27	38.330	50.899	1.950.958.670	1.469.188.900	2.590.708.201
28	38.667	59.930	2.317.313.310	1.495.136.889	3.591.604.900
29	39.291	52.174	2.049.968.634	1.543.782.681	2.722.126.276
30	40.770	53.738	2.190.898.260	1.662.192.900	2.887.772.644
Σ	916.476	1.460.820	45.322.578.621	28.899.174.404	71.884.566.246

Rumus sederhana yang digunakan :

$$Y = a + bX$$

Untuk mengisi persamaan tersebut harga koefisien prediktor (b) dan bilangan konstan (a) harus terlebih dahulu diketemukan.

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Setelah harga a dan b ditemukan maka persamaan regresinya dapat disusun sebagai berikut :

$$Y = 25120,60 + 0,77 X$$

Persamaan regresi yang telah ditentukan dapat diartikan bahwa bila penumpang bertambah X, maka nilai rata-rata daya listrik akan bertambah sebesar 0,77 X. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi regresi yang menghasilkan regresi signifikan dan uji linearitas regresi yang menghasilkan regresi linier

Hasil perhitungan regresi dan korelasi, harga a dan b dapat ditemukan dan persamaan regresi sederhana dapat disusun, dari analisis didapat gambaran penggunaan daya listrik untuk kebutuhan operasional bandara, dalam hal ini kepada penumpang terdapat korelasi yang sangat kuat sebesar 0,845.

Dalam analisis ini diperoleh nilai koefisien penentu $r^2 = 0,714$ ini berarti jumlah pemakaian daya listrik untuk kebutuhan penunjang operasi penerbangan sebesar 71,4% dipergunakan untuk kegiatan penumpang sedangkan sisanya 28,6 % ditentukan oleh faktor yang lain.

Dari persamaan regresi $Y = 25120,60 + 0,77 X$ maka dapat diprediksi bahwa besarnya daya listrik terpakai untuk kegiatan penumpang diterminal (X) misalnya = 10 maka akan terjadi pemakaian listrik sebesar:

$$Y = 25120,60 + 0,77 (10) = 25128,3$$

Hal ini berarti semakin banyak jumlah penumpang diterminal maka akan semakin besar daya listrik yang digunakan. Artinya bahwa jika nilai pemakaian daya listrik untuk kegiatan penumpang bertambah 10 maka nilai rata-rata penggunaan listrik untuk penunjang operasi penerbangan akan bertambah 7,7.

Diperoleh nilai koefisien penentu sebesar $r^2 = 0,714$ ini berarti jumlah penggunaan daya listrik untuk kebutuhan penunjang operasi penerbangan 71,4% dipergunakan untuk kegiatan penumpang sedangkan sisanya 28,6% ditentukan oleh faktor lain.

KESIMPULAN

1. Terdapat hubungan yang amat erat antara jumlah daya listrik yang digunakan oleh penumpang dan penunjang operasinya di terminal bandara hal ini dapat dilihat dari nilai penentunya sebesar 71,4%.
2. Dalam persamaan regresi sederhana dari hasil analisis didapatkan $Y = 25120,60 + 0,77X$, dimana X adalah jumlah penumpang sedangkan Y merupakan catu daya listrik yang digunakan misalnya nilai X adalah 10 ini berarti setiap perubahan nilai x sebesar 10 akan menyebabkan perubahan pada nilai variabel Y sebesar 7,7.

DAFTAR PUSTAKA

- A.R. Margunadi, **Pengantar Umum Elektro Teknik**, Jakarta, PT. Dian Rakyat, 1983.
- B.L. Theraja, **Electrical Technology**. New Delhi, Nirja Construction, 1980.
- Burhan Nurgiyantoro, Gunawan, Marzuki, **Statistik Terapan**, Gajah Mada University Press, 2000.
- Eugene C. Lister dan Hanafi Gunawan, **Mesin dan Rangkaian Listrik**, Jakarta, Erlangga 1984.
- J. Suprpto, **Statistik Teori dan Aplikasi**, Jakarta, Erlangga, 1995.
- Purnomo Stiadi, **Pengantar Statististik**, Bandung Alpha Beta, 1996.
- Soedjana Saprie dan Oshamn Nishimo, **Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik**, Jakarta, PT. Pradnga Paramita, 1994.
- Sudjana, **Metoda Statistika**, Bandung, Tarsito 1996.
- Sugiyono, **Statistik untuk Penelitian**, Bandung Alpha Beta, 1999.