

Analisa Jumlah Pelaksana Kalibrasi Optimal dengan Metode *Workload Analysis* dan *Least Square* (Studi Kasus : PT PLN PUSLITBANG)

Fitri Nur Muqodimah^{*1)}, Susy Susmartini^{*2)}

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Ketingan, Jebres, Surakarta 57126

Email: fitrimuqodimah@gmail.com, sussysus2011@gmail.com

ABSTRAK

PT PLN (Persero) merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan energi listrik di Indonesia. Salah satu sub bidang yang terdapat pada PT PLN (Persero) adalah Sub Bidang Kalibrasi. Pada sub bidang kalibrasi dilakukan pengkalibrasian alat uji listrik. Permintaan pengujian alat untuk setiap tahunnya tidak sama serta belum terdapat komposisi jumlah pekerja yang sesuai untuk menangani setiap permintaan yang masuk dimana jumlah pekerja saat ini yaitu 10 pekerja. Dilakukan perhitungan beban kerja dengan metode *Work Load Analysis* (WLA) dan peramalan tahun berikutnya menggunakan metode *Least Square*. Didapatkan total 10 orang pekerja untuk tahun 2016 dan dilakukan peramalan untuk tahun 2017 didapatkan total permintaan pengujian alat sebanyak 3207 dengan total pekerja sebanyak 14 orang. Usulan rekomendasi perbaikan yang diberikan terkait dengan kondisi beban kerja yang tinggi adalah menambahkan jumlah pekerja dengan menekankan pada perbaikan metode kerja dan memberlakukan tata tertib untuk tidak bermain hp saat melakukan pengujian alat.

Kata Kunci : *Work Load Analysis*, kalibrasi, jumlah pekerja.

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi ini pertumbuhan penduduk semakin meningkat diiringi dengan pembangunan sarana dan prasarana serta peningkatan di bidang usaha dan kegiatan ekonomi, akibatnya kebutuhan akan tenaga listrik juga meningkat. Seiring dengan peningkatan tersebut, hampir pada setiap kegiatan yang dilakukan oleh semua lapisan masyarakat menggunakan tenaga listrik. PT. PLN sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan energi listrik di Indonesia. Sebagai salah satu BUMN di Indonesia, PLN dituntut untuk melaksanakan usaha dengan sebaik-baiknya agar dapat mensejahterakan masyarakat serta tidak membebani setiap lapisan masyarakat.

Pada PT. PLN terdapat beberapa ruang lingkup pekerjaan yang pertama yaitu usaha penyediaan tenaga listrik meliputi pembangkitan, penyaluran, distribusi, perencanaan, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik dan pengembangan penyediaan tenaga listrik serta terdapat usaha penunjang tenaga listrik yang meliputi konsultasi yang berhubungan ketenagalistrikan, pembangunan dan pemasangan peralatan ketenagalistrikan, pemeliharaan peralatan ketenagalistrikan dan pengembangan teknologi peralatan yang menunjang penyediaan tenaga listrik. Salah satu unit penunjang yang mencakup usaha PLN dalam pengembangan teknologi peralatan yang menunjang penyediaan tenaga listrik yaitu bidang penelitian sistem transmisi dan distribusi yaitu pada PLN Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan. Dalam unit tersebut dibagi menjadi beberapa sub bidang yaitu perencanaan penelitian transmisi dan distribusi, peralatan penelitian sistem transmisi dan distribusi, instalasi proteksi dan sistem tenaga listrik, kendali mutu laboratorium bidang transmisi dan distribusi serta kalibrasi. Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu (ISO/IEC Guide 17025:2005 dan *Vocabulary of International Metrology* (VIM)).

Output dari proses kalibrasi yaitu nilai ketidakpastian yang menunjukkan rentang ukur dimana nilai sebenarnya mungkin ada. Pada sub bidang kalibrasi dilakukan pengujian alat baik dari PLN seluruh Indonesia maupun perusahaan swasta. Permintaan pengujian alat untuk setiap tahunnya tidak sama dan penanganan pengujian alat dapat ditangani untuk setiap pelaksana pada sub bidang kalibrasi. Belum terdapat komposisi jumlah pekerja yang sesuai untuk menangani setiap permintaan yang masuk. Jumlah sumber daya pekerja yang ada di perusahaan menjadi tolak ukur sebuah perusahaan dalam meningkatkan produktivitasnya. Sumber daya perusahaan yang kurang maupun berlebih akan berpengaruh terhadap produktivitas, sehingga diperlukan perhitungan yang tepat untuk menentukan jumlah pekerja yang sesuai pada setiap departemen agar produktivitas perusahaan dapat meningkat dengan baik. Adapun penulisan berikut bertujuan untuk mengetahui waktu baku dalam pengujian setiap alat sehingga diketahui komposisi jumlah pekerja yang tepat pada sub bidang kalibrasi PT. PLN PUSLITBANG.

2. Metode

a. Pengukuran waktu kerja

Merupakan pengukuran waktu kerja (*time study*) suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang mempunyai skill rata-rata dan terlatih baik) dalam melakukan kegiatan kerja dengan kondisi dan tempo normal (Sritomo Wignjosobroto, 2003, p130). Pengukuran waktu secara garis besar terdiri dari 2 jenis, yaitu pengukuran waktu langsung dan pengukuran waktu tidak langsung. (Wignjosobroto, 2003). Dalam penelitian ini pengukuran waktu kerja dilakukan secara langsung menggunakan metode jam henti (*Stopwatch Time Study*) dan sampling kerja (*Work Sampling*).

b. Penentuan *Rating Factor* dan *Allowance*

Rating Factor merupakan suatu faktor yang dipertimbangkan setelah melakukan pengukuran secara langsung untuk menyesuaikan dengan kewajaran kerja yang seharusnya ditunjukkan oleh operator (Andriyanto, 1999). Salah satu cara penyesuaian yang telah dikembangkan oleh *Westinghouse Electric Corporation*. Metode ini menggunakan 4 faktor untuk mempertimbangkan dan mengevaluasi kinerja dari operator, yaitu ketrampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi (*condition*), dan konsistensi (*consistency*). *Allowance* (kelonggaran) dari operator dapat disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut (Sutalaksana, 2006, hal.170):

1. Tenaga yang dikeluarkan
2. Sikap Kerja
3. Gerakan Kerja
4. Kelelahan mata
5. Temperatur tempat kerja

c. Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja (Purnomo, 2003).

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

d. Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu yang diperlukan untuk seorang operator yang terlatih dan memiliki ketrampilan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas dalam kondisi dan kecepatan normal. Waktu normal yaitu waktu yang tidak dipengaruhi waktu kelonggaran yang diperlukan untuk melepas lelah, kebutuhan pribadi, atau adanya keterlambatan.

$$W_n = W_s \times (1 + R_f) \quad (2)$$

e. Waktu Standar

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan bagi seseorang untuk bekerja dalam kondisi dan kecepatan normal dengan mempertimbangkan adanya faktor kelonggaran seperti faktor kelelahan, kebutuhan pribadi, dan adanya keterlambatan (Prayoga, 2009).

$$W_b = W_n + All \quad (3)$$

f. Beban Kerja

Work Load Analysis (WLA) adalah cara untuk menentukan jumlah tenaga kerja optimal berdasarkan analisis hubungan kerja rata-rata produksi setiap unit kegiatan.

$$WLA = \frac{\text{Total Beban Kerja}}{\text{Jumlah jam kerja per shift}} \times \text{Waktu Baku} \quad (4)$$

g. Peramalan

Metode Kuadrat Terkecil (*Least Square Method*) adalah metode untuk menghitung nilai *trend* pada tahun berjalan dan untuk mencari *forecast* pada periode yang akan datang (Manurung, 1990). Untuk menghitung nilai *trend* dan *forecast* terlebih dahulu menaksir nilai a dan b pada persamaan :

$$Y = a + bX. \quad (5)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Data awal yang didapatkan dari perusahaan yaitu mengenai jumlah permintaan.

Tabel 1. Data Permintaan Kalibrasi

TAHUN	DEMAND
2012	2779
2013	2911
2014	2820
2015	3491
2016	2936

Dari data permintaan dapat diperhitungkan presentase permintaan kalibrasi alat.

Tabel 2. Presentasi Permintaan Pengujian Alat

Alat Uji	Persentase
Resistor Standard	0,077%
Decade Resistor	0,307%
Bridge/Precision, double etc	0,883%
Micro-Ohm Meter	1,958%
Earth Tester	5,950%
Insulation Tester	8,023%
DC Volt Meter	0,115%
DC Ampere Meter	0,038%
DC Volt-Ampere Meter	0,154%

AC Volt Meter	0,230%
AC Ampere Meter	2,802%
AC Volt-Ampere Meter	0,038%
Watt Meter 1 Phase	5,528%
Watt Meter 3 Phase	0,115%
Phase Angle Meter / Cosphi Meter	0,038%
Frekuensi Meter	0,038%
Energi Meter Statis (kWh)	38,503%
Current Transformer (CT)	0,576%
Relay Test Set	1,996%
Withstand Voltage DC	0,806%
Oil Dielectric Test / High Voltage	5,400%
Spark Tester / Corona Tester	0,307%
Partial Discharge / Resonance	0,576%
Impulse Tester	0,230%
Meja Tera 1 Phase	1,459%
Meja Tera 3 Phase	0,691%
Sub Standar Meter / Power Meter	0,691%
DMM / MMA / AVO Meter	2,380%
Oscilloscope	0,230%
Pressure Gauge	0,268%
Thermometer Glass / Oen Bath	0,729%
Temperature Detector / Recorder	1,267%
Clamp Meter	11,670%
Flow Meter	2,035%
Phase Squence / Detector / Indicator	0,537%
Timer / Counter	0,883%
Pressure Gauge	0,442%
Current/Voltage Injector, etc	2,188%
Var Meter 3 Phase	0,115%

Lalu dilakukan perhitungan waktu proses menggunakan metode jam henti (*Stopwatch Time Study*) dan sampling kerja (*Work Sampling*) dan perhitungan waktu standar. Penyesuaian yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Penyesuaian *Westinghouse*

RATING FACTOR	
Penyesuaian <i>Westinghouse</i>	
Skill	0,11
Effort	0,05
Condition	0,06
Consistency	0,03
Jumlah	0,25
Penyesuaian	1,25

Tabel 4. Waktu Proses dan Waktu Normal

Alat Uji	Waktu Proses	Waktu Normal
Resistor Standard	166,987	208,733
Decade Resistor	287,587	359,483
Bridge/Precision, double etc	327,693	409,617
Micro-Ohm Meter	113,637	142,046
Earth Tester	97,500	121,875
Insulation Tester	131,220	164,025
DC Volt Meter	157,563	196,954
DC Ampere Meter	210,810	263,513
DC Volt-Ampere Meter	361,667	452,083
AC Volt Meter	188,667	235,833
AC Ampere Meter	85,703	107,129
AC Volt-Ampere Meter	399,400	499,250
Watt Meter 1 Phase	127,243	159,054
Watt Meter 3 Phase	216,667	270,833
Phase Angle Meter / Cosphi Meter	120,000	150,000
Frekuensi Meter	120,000	150,000
Energi Meter Statis (kWh)	183,343	229,179
Current Transformer (CT)	213,687	267,108
Relay Test Set	237,403	296,754
Withstand Voltage DC	163,320	204,150
Oil Dielectric Test / High Voltage	109,367	136,708
Spark Tester / Corona Tester	200,000	250,000
Partial Discharge / Resonance	440,000	550,000
Impulse Tester	460,000	575,000
Meja Tera 1 Phase	277,073	346,342
Meja Tera 3 Phase	451,400	564,250
Sub Standar Meter / Power Meter	195,640	244,550
DMM / MMA / AVO Meter	183,593	229,492
Oscilloscope	420,000	525,000
Pressure Gauge	300,000	271,467
Thermometer Glass / Oen Bath	300,000	375,000
Temperature Detector / Recorder	132,327	375,000
Clamp Meter	217,173	165,408
Flow Meter	320,167	400,208
Phase Squence / Detector / Indicator	204,000	255,000
Timer / Counter	167,400	209,250
Pressure Gauge	326,667	408,333
Current/Voltage Injector, etc	282,077	352,596
Var Meter 3 Phase	257,333	321,667

Contoh perhitungan waktu baku normal :

$$\begin{aligned}
 \text{Resistor Standart} &= \text{Waktu proses} \times \text{Penyesuaian Westinghouse} \\
 &= 166,987 \times 1,25 \\
 &= 208,733
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan waktu normal maka diperhitungkan waktu baku yang memperhitungkan faktor kelonggaran.

Tabel 5. Kelonggaran Pekerjaan Kantor

KELONGGARAN PEKERJAAN KANTOR	
Faktor yang Berpengaruh %	
Tenaga	3%
Sikap Kerja	1%
Gerakan Kerja	0%
Kelelahan Mata	6%
Suhu	6%
Atmosfer	1%
Lingkungan	1%
Kebutuhan Pribadi	3%
Jumlah	21%

Tabel 6. Kelonggaran Pekerjaan Dinas

KELONGGARAN PEKERJAAN DINAS	
Faktor yang Berpengaruh %	
Tenaga	9%
Sikap Kerja	7%
Gerakan Kerja	5%
Kelelahan Mata	6%
Suhu	6%
Atmosfer	6%
Lingkungan	5%
Kebutuhan Pribadi	4%
Jumlah	48%

Tabel 7. Waktu Baku Pengujian Alat

Alat Uji	Waktu Baku
Resistor Standard	264,219
Decade Resistor	455,042
Bridge/Precision, double etc	530,207
Micro-Ohm Meter	179,805
Earth Tester	154,272
Insulation Tester	212,785
DC Volt Meter	249,309
DC Ampere Meter	333,560
DC Volt-Ampere Meter	572,257
AC Volt Meter	298,523
AC Ampere Meter	135,607
AC Volt-Ampere Meter	631,962
Watt Meter 1 Phase	201,334
Watt Meter 3 Phase	342,827

Phase Angle Meter / Cosphi Meter	189,873
Frekuensi Meter	288,462
Energi Meter Statis (kWh)	340,110
Current Transformer (CT)	338,112
Relay Test Set	375,638
Withstand Voltage DC	271,197
Oil Dielectric Test / High Voltage	178,784
Spark Tester / Corona Tester	316,456
Partial Discharge / Resonance	913,096
Impulse Tester	979,796
Meja Tera 1 Phase	456,378
Meja Tera 3 Phase	920,271
Sub Standar Meter / Power Meter	407,782
DMM / MMA / AVO Meter	290,496
Oscilloscope	664,557
Pressure Gauge	343,629
Thermometer Glass / Oen Bath	474,684
Temperature Detector / Recorder	474,684
Clamp Meter	210,093
Flow Meter	650,520
Phase Squence / Detector / Indicator	322,785
Timer / Counter	264,873
Pressure Gauge	516,878
Current/Voltage Injector, etc	446,324
Var Meter 3 Phase	407,173

Contoh perhitungan waktu baku untuk pekerjaan di kantor yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Resistor Standart} &= (\text{Waktu Normal} \times 1) : (1 - \text{Kelonggaran pekerjaan di kantor}) \\ &= (225 \times 1) : (1 - 0,21) \\ &= 225 : 0,79 \\ &= 284,81 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan waktu baku untuk pekerjaan dinas yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{High Voltage Tes} &= \frac{(136,70 \times 1) \times 0,936}{1 - 0,21} + \frac{(136,70 \times 1) \times 0,064}{1 - 0,48} = \frac{127,95}{0,79} + \frac{8,74}{0,52} \\ &= 178,784 \end{aligned}$$

Didapatkan perhitungan jumlah total pekerja untuk tahun 2016 yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Total Pelaksana} &= \text{Rata-rata Waktu Standar 1 tahun} : (8 \times 22 \times 12) \\ &= 20286,694 : 2112 \\ &= 9,605 \\ &\sim 10 \text{ orang pelaksana} \end{aligned}$$

Berdasarkan atas perhitungan tahun 2016 maka dapat dilakukan peramalan untuk tahun 2017 dengan menggunakan metode *least square*.

Tabel 8. Penaksiran Nilai a dan b

Metode Least Square				
Tahun	Y	X	XY	X ²
2012	2902	-2	-5804	4
2013	2911	-1	-2911	1
2014	2820	0	0	0
2015	3491	1	3491	1
2016	2936	2	5872	4
Total	15060		648	10

Dari tabel diatas dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai a sebagai berikut:

$$a = \frac{\sum Y}{N} \tag{6}$$

$$a = \frac{15060}{5} = 3012$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X \text{kuadrat}} \quad (7)$$

$$b = \frac{648}{100} = 64,8$$

setelah nilai a dan b didapatkan, selanjutnya dihitung berapa nilai trend dan berapa nilai *forecast* untuk waktu yang diinginkan.

$$Y = a + bx$$

$$Y = 3012 + 64,8x$$

Untuk melakukan peramalan 2017 maka dapat menggunakan persamaan diatas dengan nilai x sebesar 3. Maka perhitungannya sebagai berikut :

$$Y = a + bx$$

$$Y_{2017} = 3012 + 64,8x$$

$$Y_{2017} = 3012 + 64,8(3)$$

$$Y_{2017} = 3206,4 \sim 3207$$

Maka didapatkan jumlah untuk setiap alatnya sebagai berikut :

Tabel 9. Peramalan Jumlah Per Alat tahun 2017

Alat Uji	Jumlah	Presentase
Resistor Standard	2	0,077%
Decade Resistor	8	0,307%
Bridge/Precision, double etc	23	0,883%
Micro-Ohm Meter	51	1,958%
Earth Tester	155	5,950%
Insulation Tester	209	8,023%
DC Volt Meter	3	0,115%
DC Ampere Meter	1	0,038%
DC Volt-Ampere Meter	4	0,154%
AC Volt Meter	6	0,230%
AC Ampere Meter	73	2,802%
AC Volt-Ampere Meter	1	0,038%
Watt Meter 1 Phase	144	5,528%
Watt Meter 3 Phase	3	0,115%
Phase Angle Meter / Cosphi Meter	1	0,038%
Frekuensi Meter	1	0,038%
Energi Meter Statis (kWh)	1003	38,503%
Current Transformer (CT)	15	0,576%
Relay Test Set	52	1,996%
Withstand Voltage DC	21	0,806%
Oil Dielectric Test / High Voltage	141	5,400%
Spark Tester / Corona Tester	8	0,307%
Partial Discharge / Resonance	15	0,576%
Impulse Tester	6	0,230%
Meja Tera 1 Phase	38	1,459%

Meja Tera 3 Phase	18	0,691%
Sub Standar Meter / Power Meter	18	0,691%
DMM / MMA / AVO Meter	62	2,380%
Oscilloscope	6	0,230%
Pressure Gauge	9	0,268%
Thermometer Glass / Oen Bath	19	0,729%
Temperature Detector / Recorder	33	1,267%
Clamp Meter	304	11,670%
Flow Meter	53	2,035%
Phase Squence / Detector / Indicator	14	0,537%
Timer / Counter	23	0,883%
Pressure Gauge	11	0,442%
Current/Voltage Injector, etc	57	2,188%
Var Meter 3 Phase	3	0,115%

Contoh perhitungan untuk mencari jumlah masing masing alat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Resistor Standart} &= \text{Presentase Resistor Standart} \times \text{Jumlah Permintaan Total} \\ &= 0,077\% \times 3207 \\ &= 2 \end{aligned}$$

Maka dapat dicari rata - rata waktu standar dengan mengalikan waktu standar setiap alat dengan jumlah alat tersebut. Dari perkalian masing masing alat dijumlahkan dan dibagi total alat agar didapatkan nilai rata- rata. Setelah didapatkan nilai rata – rata maka langkah selanjutnya yaitu menghitung jumlah pekerja yang tepat. Adapun sebagai berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Total Pelaksana} &= \text{Rata-rata Waktu Standar 1 tahun} : (8 \times 22 \times 12) \\ &= 27538,64877 : 2112 \\ &= 13,039 \\ &\sim 14 \text{ orang pelaksana} \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Dasar penentuan jumlah total pekerja yaitu dengan waktu standar yang telah diperhitungkan. Rata – rata waktu standar dibagi dengan 8 jam kerja 22 hari dan 12 bulan dalam setahun untuk mendapatkan jumlah total pekerja. Data perhitungan waktu standar yang digunakan yaitu tahun 2016 sehingga hasil jumlah pekerja yang didapatkan untuk tahun 2016. Didapatkan 10 pelaksana untuk tahun 2016. Berdasarkan data 2016 dilakukan peramalan untuk permintaan tahun 2017 menggunakan metode *least square*. Dari perhitungan metode tersebut didapatkan jumlah permintaan pengujian alat tahun 2017 sebanyak 3207. Hasil *forecast* yang dihasilkan digunakan untuk memperhitungkan jumlah total pelaksana sehingga hasil yang didapatkan sebanyak 14 orang dimana sekarang terdapat 12 orang pelaksana di sub bidang kalibrasi. Sehingga terjadi kekurangan jumlah tenaga sub bidang kalibrasi sebanyak 2 pelaksana.

Daftar Pustaka

- Andriyanto, U. S. dan Basith, A. (1999). Metode dan Aplikasi Peramalan. PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta.
- Lituhayu, Rizaini. Mangkuprawiru, Tb Sjafrri (Pembimbing 1). Dhewi, Ratih Maria (Pembimbing 2). (2008). Analisa Beban Kerja dan Kinerja Karyawan (Studi Kasus Pada Head Office PT. Lerindro International Jakarta) : Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Manurung, A H. (1990). Teknik Peramalan. Jakarta: Rineka Cipta
- Niebel, B. W. (1988). Motion and Time Study. Irwin, Honewood, Illinois.

- Prayoga Mega Anggara. (2009). "Evaluasi Beban Kerja dan Optimalisasi Jumlah Karyawan Bagian Produksi Dengan Metode *Work Load Analysis* (WLA) Di PT. Sinar Djaja Can Gedangan-Sidoarjo" : Tugas Akhir. Teknik Industri, UPN "VETERAN" JATIM, Surabaya.
- Purnomo, H. (2003). Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu Singgih, L. Moses, "Analisa Beban Kerja Karyawan Pada Departemen Umum dan Logistik dengan Metode *Work Load Analysis* di perusahaan Percetakan": Tugas Akhir. Teknik Industri ITS, Surabaya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2003). Ergonomi Studi Gerak dan Waktu. Jakarta: PT Guna Widya