

## EFISIENSI DAYA LISTRIK PADA MESIN *EXTRUDING* DENGAN PEMBAHARUAN SISTEM MOTOR DC KE MOTOR AC

<sup>1)</sup>Didin Saepudin,, <sup>2)</sup>Abdul Multi, <sup>3)</sup>K Wardana

Magister Teknik Elektro , Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta , Indonesia

[din\\_spd@yahoo.com](mailto:din_spd@yahoo.com)

[amulti@istn.ac.id](mailto:amulti@istn.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk dapat membandingkan dan mempertimbangkan penggunaan motor penggerak DC dan motor penggerak AC, sehingga dapat melakukan penghematan atau efisiensi pada pemakaian energy Listrik. Tenaga Listrik adalah hal yang paling penting dalam dunia industri, karena semua peralatan yang digunakan untuk proses produksi, tidak terlepas dari tenaga listrik. Mesin Extruding adalah mesin yang membuat *Top Tread* atau telapak ban yang menggunakan motor DC sebanyak 2 unit dengan kapasitas 375 kW, dan 2 unit dengan kapasitas 110 kW. Mesin ini beroperasi selama 21 jam setiap harinya. Energi Listrik yang dikonsumsi per hari adalah 15,241.695 kW. Dengan adanya pembaharuan sistem motor DC ke motor AC ini bias melakukan penghematan daya listrik sebesar 3,696.966 kW per hari, tanpa mempengaruhi jumlah ataupun kualitas produksi.

Kata kunci :Efisiensi daya listrik, pembaharuan sistem, motor dc, motor ac.

### ABSTRACT

*This study aims to be able to compare and consider the use of DC drive motors and AC drive motors, so as to make savings or efficiency in the use of electrical energy. Electricity is the most important thing in the industrial world, because all the equipment used for the production process is inseparable from electricity. Extruding machine is a machine that makes Top Tread or tire tread that uses 2 units of DC motor with a capacity of 375 kW, and 2 units with a capacity of 110 kW. This machine operates for 21 hours every day. Electricity consumed per day is 15,241,695 kW. With the renewal of the DC motor system to AC motors it can save electricity power of 3,696,966 kW per day, without affecting the amount or quality of production.*

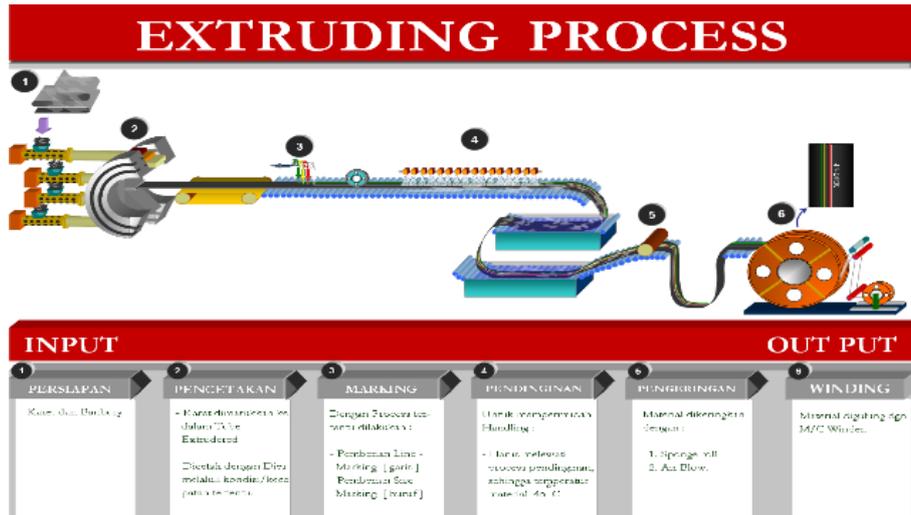
*Keywords: Electric power efficiency, system renewal, dc motor, ac motor.*

### PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang otomotif yang begitu pesat, maka dengan itu pula kebutuhan akan ban meningkat semakin tinggi. Oleh sebab itu perusahaan terus meningkatkan kemampuan untuk dapat memproduksi ban sebanyak mungkin. Disamping itu perusahaan perlu melakukan efisiensi dalam segala hal, untuk menekan biaya produksi, sehingga bias memasarkan produk dengan harga yang kompetitif.

Tenaga Listrik adalah hal yang paling penting dalam dunia industri, karena semua peralatan yang digunakan untuk proses produksi, tidak terlepas dari tenaga listrik. Dan pada gilirannya penyusun ikut ambil bagian dalam hal melakukan penekanan biaya produksi , yaitu melakukan efisiensi pemakaian tenaga listrik.

Kajian efisiensi ini dilakukan pada mesin ekstruding di PT. Bridgestone Tire Indonesia Karawang Plant yang merupakan mesin pembuat *top tread* atau telapak ban, *side trade* dan *bead filler* yang hasil produksinya sangat berpengaruh terhadap hasil akhir produksi. Dan dalam kenyataannya mesin tersebut mempunyai permasalahan yaitu *trouble case*, konsumsi energy listrik yang tinggi serta cadangan part di lapangan sudah tidak ada. Sehingga perlu dilakukan tindakan penyelesaian permasalahan tersebut. Pada gambar 1 ditunjukkan secara global skema mesin extruding di PT. Bridgestone Tire Indonesia.



Gambar 1 Proses mesin extruding  
Sumber :PT.Bridgestone Tire Indonesia

### METODE PENELITIAN

Tempat yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah : PT. *BridgestoneTire* Indonesia, Karawang Plant yang beralamat di Jalan Surya Utama Kav. 8-13 Kawasan Industri Surya Cipta, Ciampel, KarawangTimur. Phone : +62 267-440201. Waktu Penelitian : Oktober 2017 – Juni 2018.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian diantaranya sbb :

1. Motor dc 2 unit dengan spesifikasi :

Type Motor : DLK 6015V  
Output : 375 kW  
Voltage : 440 Volt  
Speed : 1150 ~ 1500 Rpm  
Maker : Toyo Denki

2. Motor dc 2 unit dengan spesifikasi :

Type Motor :DK 4713V  
Output : 110 kW  
Voltage : 440 Volt  
Speed : 1150 ~ 1500 Rpm  
Maker : Toyo Denki

3. DC Drive TLFD 90, Toyo denki

4. Tang Amphere

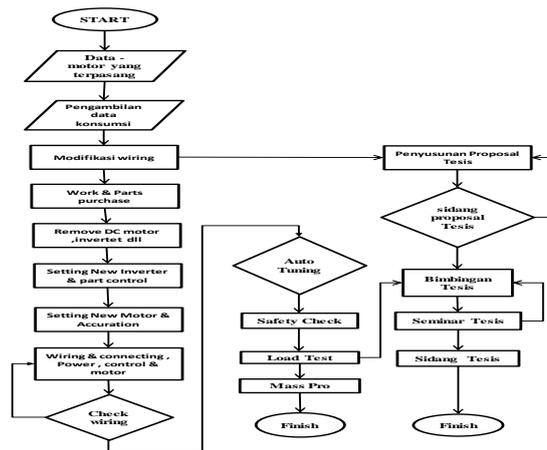
Type : CL220  
Maker : YOKOGAWA

5. Hi Tester Recorder

Type : 3169 -21  
Maker : HIOKI

6. Gambar Wiring dan instalasi

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah seperti flowchart yang terlihat pada gambar.2 di bawah ini:



Gambar 2. Flow chart penelitian

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian ini,yaitu :

Pengambilan data motor yang terpasang.

- a. Gambar wiring motor DC
- b. Data Parameter DC Drive
- c. Dimensi Motor DC

**Pengambilan daya listrik terpakai.**

Pengambilan data daya yang terpakai adalah hal yang utama dalam penelitian ini, karena data – data ini akan dibandingkan dengan data pemakaian daya listrik setelah dilakukan penggantian. Untuk pengambilan data ini penyusun menggunakan alat „Clamp on power high tester „, type 3169 dari HIOKI , seperti yang terlihat pada gambar 3. di bawah ini :



Gambar 3. Clamp on power high tester

Sumber : <https://www.hioki.com/en/products>

Pengambilan data daya dilakukan pada semua motor saat berlangsung proses, selama lebih kurang 5 menit, data yang diambil adalah daya masukan/ input drive motor.Hasil dari pengambilan data tersebut dapat dilihat pada tabel – tabel di bawah ini .

Tabel 1. Data tegangan dan arus motor upper (motor DC)

Date	Time	U1: Voltage CH1 Instantaneous value , 69INST00.BIN[V]	I1: Current CH1 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST00.BIN[A]	U2: Voltage CH2 Instantaneous value , 69INST00.BIN[V]	I2: Current CH2 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST00.BIN[A]	U3: Voltage CH3 Instantaneous value , 69INST00.BIN[V]	I3: Current CH3 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST00.BIN[A]
Average value		398.40	543.83	401.21	533.30	395.39	537.86
Maximum value		399.92	547.54	402.93	537.27	397.00	544.07
Time of maximum value		11/15/2017 13:55:00	11/15/2017 13:55:23	11/15/2017 13:55:00	11/15/2017 13:55:02	11/15/2017 13:55:00	11/15/2017 13:55:08
Minimum value		396.86	538.34	399.59	528.42	394.09	532.95
Time of minimum value		11/15/2017 13:55:12	11/15/2017 13:55:28	11/15/2017 13:55:21	11/15/2017 13:55:28	11/15/2017 13:55:18	11/15/2017 13:55:25

Tabel 2. Data tegangan dan arus motor *Lower* (motor DC)

Date	Time	U1: Voltage CH1 Instantaneous value , 69INST01.BIN[V]	I1: Current CH1 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST01.BIN[A]	U2: Voltage CH2 Instantaneous value , 69INST01.BIN[V]	I2: Current CH2 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST01.BIN[A]	U3: Voltage CH3 Instantaneous value , 69INST01.BIN[V]	I3: Current CH3 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST01.BIN[A]
Average value		399.29	364.99	401.87	357.50	396.32	360.38
Maximum value		400.12	376.14	402.60	369.18	397.12	372.20
Time of maximum value		11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017
		14:07:14	14:07:05	14:07:20	14:07:05	14:07:16	14:07:05
Minimum value		398.44	352.18	400.72	344.47	395.45	347.40
Time of minimum value		11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017
		14:07:07	14:07:16	14:07:05	14:07:19	14:07:01	14:07:19
Time of maximum value		11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017
		14:15:34	14:15:26	14:15:14	14:15:17	14:15:21	14:15:17
Minimum value		400.42	105.30	403.12	97.34	397.73	101.25
Time of minimum value		11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017
		14:15:27	14:15:32	14:15:27	14:15:22	14:15:27	14:15:07

**Pengambilan data *Factor Daya***

Untuk memudahkan perhitungan dalam menganalisa jumlah daya listrik yang terpakai, yang sesuai dengan perhitungan

Tabel4. Data tegangan dan arus motor *Bottom* (motor DC)

Date	Time	U1: Voltage CH1 Instantaneous value , 69INST03.BIN[V]	I1: Current CH1 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST03.BIN[A]	U2: Voltage CH2 Instantaneous value , 69INST03.BIN[V]	I2: Current CH2 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST03.BIN[A]	U3: Voltage CH3 Instantaneous value , 69INST03.BIN[V]	I3: Current CH3 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST03.BIN[A]
Average value		400.77	82.65	403.28	78.90	397.82	80.29
Maximum value		401.74	84.57	404.36	79.98	398.63	81.74
Time of maximum value		11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017
		14:23:02	14:23:20	14:23:31	14:23:25	14:23:02	14:23:26
Minimum value		399.41	81.70	401.43	78.12	396.60	79.36
Time of minimum value		11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017	11/15/2017
		14:23:24	14:23:06	14:23:07	14:23:16	14:23:21	14:23:16

rumus:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos \Phi \tag{1}$$

P = Daya

V = Tegangan

cos Φ = Faktor Daya

Maka nilai factor daya (cos φ), harus diambil. Adapun nilai *factor* daya di PT. *Bridgestone Tire* Indonesia karawang *Plant*, nilainya berubah – rubah antara 0,9 sampai 1,0. Namun disini kita tetapkan angka rata - rata adalah 0,97 sesuai dengan gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Penunjukan nilai Faktor daya di PT.BridgestoneTire Indonesia  
 Sumber : PT.Bridgestone Tire Indonesia

**Modifikasi gambar**

Langkah selanjutnya yang dilakukan pada pembaharuan ini adalah membuat atau merubah gambar – gambar lama yang sudah ada, yaitu gambar mekanik dan gambar elektrik. Yang dimaksud gambar mekanik di sini adalah gambar dimensi dari motor baru atau motor AC yang akan menggantikan motor DC.

Pada gambar listrik, dapat dilakukan perubahan ada *wiring* motor dan *wiring* pengontrolan di dalam panel, karenadisamping mengganti motor, juga mengganti *drive* motor, dari DC Drive Motor menjadi inverter.

**Pelaksanaan instalasi**

Setelah semua *parts* dan material terkumpul serta permintaan (*Request*) untuk pekerjaan telah dilakukan dan dinyatakan siap. Maka pelaksanaan pembaharuan bisadilaksanakan : Bongkar motor DC, bongkar DC *Drive*, pasang *inverter*, pasang motor AC, *wiring* kabel control di panel, *wiring* kabel dari *control* panel ke motor. Untuk menghemat biaya dan tenaga, maka kabel motor DC yang lama tidak dibongkar, tetapi dimanfaatkan lagi untuk kabel motor AC yang baru.

**Auto tuning**

Sebelum dilakukan pengetesan pada motor, perlu adanya proses *autotuning*. Proses *autotuning* adalah pengetesan motor yang dimaksudkan untuk menyamakan parameter antara motor dan inverter. Layanan ini disediakan oleh *inverter* yang memungkinkan *inverter* bias mengukur informasi parameter dengan sendirinya dan mengaturnya secara otomatis. Ada beberapa parameter yang diisi pada *inverter* sebelum melakukan *autotuning*, diantaranya *rated motor capacity*, *rated motor current*, *rated motor voltage*, *maximum/minimum frequency*, *rated motor speed*, *maximum/minimum frequency*.

**Pengukuran Arus dan tegangan setelah perubahan**

Setelah semua proses penggantian, dan pengetesan pada motor telah selesai dilakukan maka perlu adanya pengambilan data kembali untuk tegangan dan arus pada motor yang baru atau motor AC. Data – data tegangan dan arus diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel5. Data tegangan dan arus motor *upper* (motor AC)

Date	Time	U1: Voltage CH1 Instantaneous value , 69INST03.BIN[V]	I1: Current CH1 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST03.BIN[A]	U2: Voltage CH2 Instantaneous value , 69INST03.BIN[V]	I2: Current CH2 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST03.BIN[A]	U3: Voltage CH3 Instantaneous value , 69INST03.BIN[V]	I3: Current CH3 Instantaneous value Circuit 1 , 69INST03.BIN[A]
Average value		413.76	141.90	416.74	154.51	411.33	160.26
Maximum value		418.57	148.05	421.50	159.28	415.25	167.49
Time of maximum value		3/15/2018 13:56:14	3/15/2018 13:56:03	3/15/2018 13:56:14	3/15/2018 13:56:05	3/15/2018 13:56:12	3/15/2018 13:56:01
Minimum value		407.07	136.70	410.55	148.29	405.05	153.89
Time of minimum value		3/15/2018 13:56:00	3/15/2018 13:56:18	3/15/2018 13:56:01	3/15/2018 13:56:17	3/15/2018 13:56:01	3/15/2018 13:56:12

Tabel6. Data tegangandanarus motor *Lower*(motor AC)

Date	Time	U1: Voltage CH1 Instantaneous value 69INST04.BIN[V]	I1: Current CH1 Instantaneous value Circuit 1, 69INST04.BIN[A]	U2: Voltage CH2 Instantaneous value 69INST04.BIN[V]	I2: Current CH2 Instantaneous value Circuit 1, 69INST04.BIN[A]	U3: Voltage CH3 Instantaneous value 69INST04.BIN[V]	I3: Current CH3 Instantaneous value Circuit 1, 69INST04.BIN[A]
Average value		419.63	52.33	422.65	59.14	417.39	59.31
Maximum value		421.26	55.00	423.74	62.39	418.42	61.39
Time of maximum value		3/15/2018 14:20:30	3/15/2018 14:20:14	3/15/2018 14:20:30	3/15/2018 14:20:32	3/15/2018 14:20:30	3/15/2018 14:20:15
Minimum value		418.67	49.01	421.67	56.91	416.20	56.39
Time of minimum value		3/15/2018 14:20:00	3/15/2018 14:20:28	3/15/2018 14:20:10	3/15/2018 14:20:31	3/15/2018 14:20:00	3/15/2018 14:20:25

Tabel7. Data tegangandanarus motor *Top*(motor AC)

Date	Time	U1: Voltage CH1 Instantaneous value 69INST05.BIN[V]	I1: Current CH1 Instantaneous value Circuit 1, 69INST05.BIN[A]	U2: Voltage CH2 Instantaneous value 69INST05.BIN[V]	I2: Current CH2 Instantaneous value Circuit 1, 69INST05.BIN[A]	U3: Voltage CH3 Instantaneous value 69INST05.BIN[V]	I3: Current CH3 Instantaneous value Circuit 1, 69INST05.BIN[A]
Average value		416.43	29.63	419.05	32.20	414.23	32.56
Maximum value		418.94	30.95	421.70	33.58	417.00	33.38
Time of maximum value		3/15/2018 14:38:16	3/15/2018 14:38:26	3/15/2018 14:38:16	3/15/2018 14:38:29	3/15/2018 14:38:13	3/15/2018 14:38:18
Minimum value		412.85	28.50	415.37	31.05	410.44	31.57
Time of minimum value		3/15/2018 14:38:26	3/15/2018 14:38:22	3/15/2018 14:38:26	3/15/2018 14:38:14	3/15/2018 14:38:26	3/15/2018 14:38:03

Tabel8. Data tegangandanarus motor *Top*(motor AC)

Date	Time	U1: Voltage CH1 Instantaneous value 69INST06.BIN[V]	I1: Current CH1 Instantaneous value Circuit 1, 69INST06.BIN[A]	U2: Voltage CH2 Instantaneous value 69INST06.BIN[V]	I2: Current CH2 Instantaneous value Circuit 1, 69INST06.BIN[A]	U3: Voltage CH3 Instantaneous value 69INST06.BIN[V]	I3: Current CH3 Instantaneous value Circuit 1, 69INST06.BIN[A]
Average value		420.52	10.99	423.22	12.47	418.16	12.34
Maximum value		424.16	12.03	426.56	13.69	421.69	13.35
Time of maximum value		3/15/2018 14:50:00	3/15/2018 14:50:13	3/15/2018 14:50:02	3/15/2018 14:50:21	3/15/2018 14:50:03	3/15/2018 14:50:11
Minimum value		418.45	9.88	420.63	11.24	416.15	11.47
Time of minimum value		3/15/2018 14:50:34	3/15/2018 14:50:02	3/15/2018 14:50:34	3/15/2018 14:50:00	3/15/2018 14:50:30	3/15/2018 14:50:29

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melakukan perhitungan daya listrik yang dikonsumsi oleh masing moto radalah tegangan dan arus rata – rata dari ketiga phasanya.

#### 1. Motor *Upper DC*

$$V_{in} = \frac{398,40+401,21+395,39}{3} = 398,33 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{543,83+533,30+537,86}{3} = 538,33 \text{ Amphere.}$$

Sebagai catatan bahwa *factor* dayadi PT.*Bridgestone Tire* Indonesia Karawang Plant adalah 0.97. Dengan demikian daya yang dikonsumsi oleh motor *Upper DC* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

$$P = \sqrt{3} \times 398,33 \times 538,33 \cos \phi$$

$$= 1,73 \times 398,33 \times 538,33 \times 0,97$$

$$= 359.839.9987 \text{ Watau}$$

$$= 359,840 \text{ kW}$$

#### Motor *Upper AC* :

$$V_{in} = \frac{413,76+416,74+411,33}{3} = 413,94 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{141,90+154,51+160,26}{3} = 152,22 \text{ Amphere}$$

$$P = \sqrt{3} \times 413,94 \times 152,22 \cos \phi = 105,736 \text{ kW}$$

2. Motor *Lower DC* :

$$V_{in} = \frac{399,29 + 401,87 + 396,32}{3} = 399,16 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{364,99 + 357,50 + 360,38}{3} = 360,95 \text{ Amphere.}$$

$$P = \sqrt{3} \times 399,16 \times 360,95 \cos \phi = 241,775 \text{ kW}$$

Motor *Lower AC*

$$V_{in} = \frac{419,63 + 422,65 + 417,39}{3} = 419,89 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{52,33 + 59,14 + 59,31}{3} = 56,92 \text{ Amphere.}$$

$$P = \sqrt{3} \times 419,89 \times 56,92 \cos \phi = 40.106 \text{ kW.}$$

3. Motor *TopDC* :

$$V_{in} = \frac{402,41 + 404,81 + 399,35}{3} = 402,19 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{108,41 + 99,68 + 103,03}{3} = 103,70 \text{ Amphere}$$

$$P = \sqrt{3} \times 402,19 \times 103,70 \cos \phi = 69,998 \text{ kW.}$$

Motor *Top AC* :

$$V_{in} = \frac{416,43 + 414,05 + 414,23}{3} = 414,90 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{29,63 + 32,20 + 32,56}{3} = 31,46 \text{ Amphere.}$$

$$P = \sqrt{3} \times 414,90 \times 31,46 \cos \phi = 21,903 \text{ kW.}$$

4. Motor *BotomDC* :

$$V_{in} = \frac{400,77 + 403,28 + 397,82}{3} = 400,62 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{82,65 + 78,90 + 80,29}{3} = 80,61 \text{ Amphere}$$

$$P = \sqrt{3} \times 400,62 \times 80,61 \cos \phi = 54,192 \text{ kW.}$$

Motor *Bottom AC* :

$$V_{in} = \frac{402,52 + 423,22 + 418,16}{3} = 414,63 \text{ Volt.}$$

$$I_{in} = \frac{10,99 + 12,47 + 12,34}{3} = 11,93 \text{ Amphere.}$$

$$P = \sqrt{3} \times 414,63 \times 11,93 \cos \phi = 8.300 \text{ kWatt.}$$

Total daya yang dikonsumsi motor DC adalah:

$$P_t(\text{DC}) = 359,840 \text{ kW} + 241,775 \text{ kW} + 69,988 \text{ kW} + 54,192 \text{ k} = 725.795 \text{ kW.}$$

Total daya yang dikonsumsi motor AC adalah:

$$P_t(\text{AC}) = 105,737 \text{ kW} + 40,106 \text{ kW} + 21,903 \text{ kW} + 8,300 \text{ kW} = 176.046 \text{ kW.}$$

Sehingga selisih daya listrik ( $P_s$ ) yang dikonsumsi oleh 4 motor DC dan 4 motor AC, adalah :

$$P_s = P_t(\text{DC}) - P_t(\text{AC}) = 25,795 \text{ kW} - 176,046 \text{ kW} = 549,749 \text{ kW.}$$

Motor beroperasi setiap harinya 3 *shift*, yang masing-masing *shift*nya adalah 7 jam. Sehingga dengan menggunakan motor AC bias menghemat daya listrik sebesar :

$$549,749 \text{ kWatt} \times 21 \text{ jam} = 11.544,729 \text{ kWh (kilo Watt hour) per hari, untuk 1 tahun (365 hari) adalah : } 11.544,729 \text{ kWh} \times 365 = 4.213.826,085 \text{ kWh.}$$

Menurut Permen ESDM no.28 tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik yang disediakan oleh PT. PLN (persero), perbulan Maret 2018 adalah Rp 1.467,28/kWh. Maka penggantian motor DC menjadi motor AC bias menghemat biaya selama satu tahun sebesar :

$$4.213.826,085 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.467,28 = \text{Rp } 6.182.862.738,00 \text{ ,-}$$

#### **Perhitungan PBP (Pay Back Periode)**

Perhitungan untuk menentukan nilai PBP, yaitu: total biaya investasi dibagi dengan nilai penghematan biaya. Adapun nilai investasi dari pembaharuan system ini adalah:

Biaya Instalasi Mekanik dan elektrik sebesar Rp.1.069.000.000 ,- dan pengadaan 4 unit motor AC beserta panel *control* nya sebesar Rp. 4.845.896.811, jadi total biaya investasi adalah Rp. 5.914.896.811,- Sehingga bias disimpulkan nilai PBE nya yaitu :

$$PBP = \frac{\text{Rp.}5.914.896.811,-}{\text{Rp } 6.182.862.738,00 \text{ ,-}} = 0,9566 \text{ tahun atau } 350 \text{ hari.}$$

### **KESIMPULAN**

Setelah dilakukukan pembaharuan motor, yaitu dari motor DC ke motor AC, tanpa terjadi perubahan pada hasil produksi maupun *quality*, menghasilkan penghematan listrik perhari sebesar 11.544,729 kWh, atau sebesar 4.213.826,085 kWh per tahun. Biladihitung dengan rupiah, penghematan pembayaran listrik sebesar Rp.6.182.862.738,00,- pertahun. Nilai investasi pada pembaharuan ini adalah Rp.5.914.896.811,-, Nilai PBP (*Pay Back Periode*) adalah 0,9566 tahun atau 350 hari. Dengan menggantikan motor DC menjadi motor AC dapat menghilangkan biaya untuk tenaga perawatan, tidak terjadi lagi *Trouble Brush* kendor atau *brush* habis, Lebih aman ,karena tidak ada lagi percikan dari gesekan *brush* dan komutator yang bias menyebabkan terjadinya kebakaran. Bila terjadi kerusakan atau motor perlu dilakukan perbaikan bias diganti dengan motor cadangan, karena motor jenis AC ini tersedia di pasaran khususnya di pembuatnya Toyo Denki , dibanding motor DC yang sudah tidak diproduksi lagi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Parekh *Dasar – dasar Motor Induks* , 2003
- [2]. Drs.Sumarno, MA,*Motor Listrik*
- [3]. Ir.MusliminMarpaung,*TeknikTenagaListrik*
- [4]. Toyo Denki Seizo ,K.K, *Instruction Manual of Field Control equipment*
- [5]. PT.*Bridgestone Tire Indonesia,Extruding electrical drawing*
- [6]. PT.*Bridgestone Tire Indonesia, RenewalExtruding electrical drawing*
- [7]. [https://id.wikipedia.org/wiki/motor\\_induksi](https://id.wikipedia.org/wiki/motor_induksi)
- [8]. <https://blogitb.ac.BrianKristant>