

UTILISASI ENERGI PADA PABRIK BAJA TULANGAN (BESI BETON)
DENGAN ROL MINI DI INDONESIA

Harsono Wirjosumarto dan Tata Surdia *)

R I N G K A S A N

Pabrik baja tulangan tumbuh dengan pesat di Indonesia. Di dalam studi ini dipelajari tentang efisiensi penggunaan energi dari pabrik-pabrik tersebut. Hasil studi menunjukkan bahwa makin tinggi kapasitas pabrik makin hemat pemakaian energinya. Di samping itu ditemukan pula bahwa penyediaan energi untuk pabrik-pabrik tersebut terlalu tinggi.*

A B S T R A C T

Mini roll steel mills are growing very fast in Indonesia. In this work the efficiency of energy utilization in those factories are studied and it was found that the energy utilization is more efficient for the factory which has higher capacity. On the other hand it was discovered that the energy reserved for those factories was too high for their capacities.

PENDAHULUAN

Krisis energi merupakan suatu persoalan yang hangat pada akhir-akhir ini. Berhubung dengan hal tersebut banyak negara di dunia telah berusaha keras agar energi dipergunakan sehemat-hematnya.

*) Departemen Mesin, Institut Teknologi Bandung.

* Khusus buat pabrik² besi beton di Indonesia, atau di negara²
yang melakukan penyerahan pengendalian sepihak di Indonesia

Sehubungan dengan persoalan penghematan energi, dalam studi ini yang dilakukan pada tahun 1974 telah diteliti tentang pemakaian energi pada mesin-mesin rol mini pembuat baja tulangan (besi beton) yang ada di Indonesia (Jakarta, Surabaya dan Medan).

Studi ini dilaksanakan dengan melakukan survey untuk mengadakan pengukuran dan pencatatan yang berhubungan dengan kapasitas mesin dan pemakaian energi. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan data-data yang lazim terdapat dalam literatur dan hasil perhitungan berdasarkan pendekatan teoritis.

PEMAKAIAN ENERGI PADA DEFORMASI LOGAM

Secara teoritis, energi yang diperlukan untuk merubah bentuk logam dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (1):

$$W_D = V \int_0^{\epsilon_a} \sigma_o d\epsilon \quad (1)$$

di mana: W_D = Kerja deformasi yang diperlukan

V = Volume dari logam yang mengalami deformasi

σ_o = Tegangan yang terjadi selama deformasi

ϵ = Regangan yang terjadi selama deformasi

ϵ_a = Regangan pada akhir deformasi.

Untuk pengerjaan panas dan deformasi yang besar seperti perubahan bentuk yang terjadi pada pabrik-pabrik baja tulangan, yaitu dari billet menjadi baja tulangan, rumus (1) dapat dirubah menjadi:

$$W_D = V \times \sigma_o \times \epsilon_a \quad (2)$$

Pada kenyataannya, energi yang diterimakan pada suatu mesin rol tidak hanya dipakai untuk mengadakan deformasi saja, tetapi juga untuk mengatasi friksi dan lain-lainnya.

Hubungan antara kerja deformasi W_D dan kerja total W_T , biasanya dinyatakan dalam bentuk efisiensi sebagai berikut:

$$W_T = \frac{W_D}{\eta} \quad (3)$$

di mana η adalah efisiensi yang besarnya kira-kira 0,5 untuk mesin rol pengerjaan panas (1).

Menurut data-data yang dikumpulkan oleh Mc Gannon (2) transmisi daya dari motor listrik sampai ke mesin rol mempunyai efisiensi paling rendah 0,59. Untuk mesin-mesin rol yang dipergunakan di Indonesia di mana mesinnya sudah tua, harga tersebut terlalu tinggi. Bila kedua harga efisiensi masing-masing diambil 0,5 dan kemudian digabungkan maka akan didapat rumus baru sebagai berikut:

$$W_M = 4 \times W_D \quad (4)$$

di mana W_M adalah daya dari motor yang menggerakkan mesin rol yang dimaksud.

PELAKSANAAN PENGUKURAN

a. Pengukuran kapasitas

Kapasitas dari mesin rol didapat dengan menghitung banyaknya billet atau pelat-pelat yang dirubah menjadi baja tulangan dalam waktu yang tertentu. Hasil-hasil pencatatannya kemudian dimasukkan ke dalam rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{60 \times B \times n}{1000 \times W} \text{ ton/jam} \quad (5)$$

di mana: K = Kapasitas

B = Berat billet dalam Kg

n = Jumlah billet yang dirubah selama waktu observasi

W = Waktu observasi dalam menit.

b. Pengamatan pemakaian daya

Berhubung banyak pabrik-pabrik yang tidak mempergunakan alat pengukuran daya, maka untuk keseragaman, yang dicatat adalah daya dari motor.

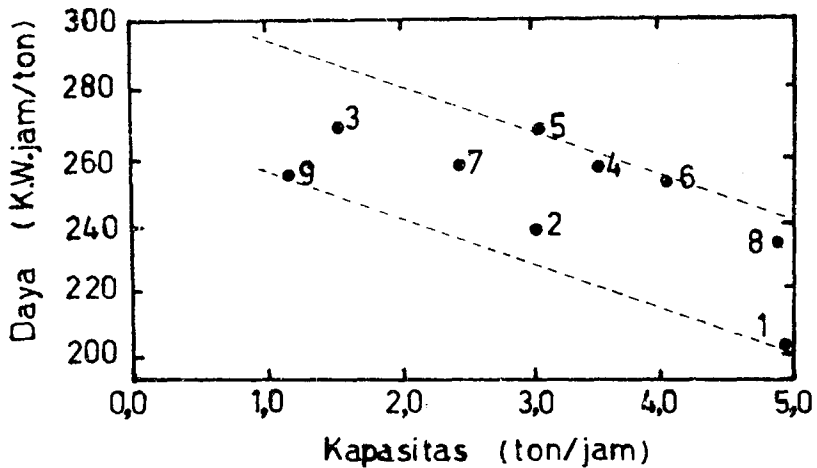
HASIL PENGAMATAN

Hasil pengamatan dari besaran-besaran yang berhubungan dengan kapasitas kemudian dimasukkan ke dalam rumus (5). Hasil

keseluruhan, setelah diadakan perhitungan dicantumkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel Hubungan antara kapasitas dan penggunaan daya

No. Urut Pabrik	Kapasitas ton/jam	Tenaga motor total KW	Penggunaan tenaga KW Jam/ton
1	5,0	1000	200
2	3,0	700	233
3	1,5	400	267
4	3,5	900	257
5	3,0	800	267
6	4,0	1000	250
7	2,4	610	254
8	4,8	1100	229
9	1,2	300	250



Hubungan antara kapasitas dan penggunaan daya

PEMBAHASAN HASIL

Dari grafik pada gambar, ada dua hal yang bisa ditarik, yaitu:

1. Kebutuhan tenaga menurun dengan naiknya kapasitas dan
2. Besarnya tenaga yang dipergunakan berkisar antara 200 - 267 KW Jam/ton.

Untuk kedua macam hal ini akan diadakan pembahasan secara terpisah.

1. Tenaga sebagai fungsi dari kapasitas

Untuk membahas hal tersebut perlu diadakan peninjauan secara teoritis. Dalam hal ini tenaga yang diberikan ke mesin rol dapat dibagi menjadi dua, yaitu tenaga yang tidak dipengaruhi oleh beban, sebesar W_A dan tenaga yang dipengaruhi oleh beban sebesar W_B . Dalam hal ini dapat diterima dengan mudah bila W_B mempunyai hubungan garis lurus dengan besarnya produksi (n). Bila besarnya W_B untuk setiap ton produksi sama dengan B , maka tenaga yang diperlukan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$W = W_A + B \cdot n. \quad (6)$$

energi tiap ton produksi menjadi:

$$W_M = W/n = \frac{W_A}{n} + B \quad (7)$$

Dari persamaan (7) di atas dapat dilihat bahwa makin besar produksi (n), makin kecil tenaga yang dipergunakan untuk memproduksi satu ton baja tulangan. Berhubung bentuk persamaan tersebut merupakan hiperbola, maka harga W_M tidak pernah mencapai nol, tetapi mendekati harga asimptotis B .

Jadi dalam hal ini hasil pengukuran dari pabrik-pabrik di Indonesia sesuai dengan penelaahan teoritis.

2. Penggunaan Energi per Ton Baja Tulangan

a. Perhitungan

Untuk mengetahui kebenaran harga-harga seperti yang tercantum dalam tabel, perlu diadakan suatu analisa teoritis.

Untuk hal ini perlu mempergunakan beberapa angka praktek sebagai berikut:

- i. Berat jenis besi (3) diambil $7,87 \text{ kg/dm}^3$, sehingga volume per ton:

$$V = \frac{1000 \text{ kg}}{7,87 \text{ kg/dm}^3} = 127 \text{ dm}^3 \\ = 1,27 \times 10^5 \text{ cm}^3$$

- ii. Besarnya σ_0 diambil harga rata-rata; menurut Smith (4) untuk batas-batas temperatur pengerjaan panas, yaitu:

$$\text{Temperatur } 600^\circ\text{C: } \sigma_{600} = 1700 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Temperatur } 900^\circ\text{C: } \sigma_{900} = 340 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Harga rata-ratanya diambil } \sigma_0 = 1000 \text{ kg/cm}^2.$$

- iii. Harga regangan total dihitung dengan mempergunakan rumus berikut (1):

$$\epsilon_a = \ln \frac{L_a}{L_0} \quad (8)$$

di mana: L_a = Panjang akhir baja tulangan

L_0 = Panjang billet.

Pada pabrik-pabrik baja tulangan dengan rol mini harga-harga L_a kira-kira 120 m dan L_0 rata-rata 1 m, sehingga

$$\epsilon_a = \ln 120 = 4,6.$$

Bila harga-harga berdasarkan pengalaman dan perhitungan seperti di atas, yaitu:

$$V = 1,27 \times 10^5 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_0 = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\epsilon_a = 4,6$$

dimasukkan dalam rumus (2), dengan memasukkan konstanta-konstanta yang sesuai, maka didapatkan harga untuk kerja deformasi per ton produk ialah:

$$W_D = 16 \text{ KW Jam/ton}$$

Sesuai dengan persamaan (4), maka daya yang dipergunakan untuk

motor adalah:

$$W_M = 64 \text{ KW Jam/ton}$$

b. Perbandingan

Dengan perhitungan seperti dilakukan di atas, maka dapat dibandingkan tiga harga, yaitu:

- i. Harga perhitungan: $W_M = 64 \text{ KW Jam/ton}$
- ii. Harga menurut Mc Gannon (2):
 - "Merchant Mill", $W_M = 40 - 80 \text{ KW Jam/ton}$
 - "Structural Mill", $W_M = 60 \text{ KW Jam/ton}$.
- iii. Harga hasil pengukuran, seperti pada tabel
 $W_M = 200 - 267 \text{ KW Jam/ton}$.

Dari ketiga harga tersebut jelas bahwa harga menurut perhitungan sesuai dengan harga menurut literatur. Tetapi harga nyata di pabrik-pabrik baja tulangan di Indonesia ternyata tiga kali lipat dari harga seharusnya.

Dari perbedaan ini ada beberapa kesimpulan yang dapat ditarik, yaitu:

- i. Karena pada waktu pencatatan yang dicatat adalah daya maksimum dari motor, maka ini berarti bahwa untuk pabrik-pabrik tersebut penyediaan dayanya terlalu tinggi dibandingkan dengan kapasitasnya.
- ii. Karena hal tersebut di atas maka motor-motor pada mesin rol tidak bekerja pada beban penuh sehingga dengan sendirinya mesin-mesin tersebut efisiensinya rendah.

KESIMPULAN

1. Pemakaian energi pada mesin-mesin rol baja tulangan makin hemat bila kapasitasnya makin tinggi.
2. Penyediaan energi untuk pabrik-pabrik baja tulangan di Indonesia masih terlalu tinggi.
3. Mesin-mesinnya mempunyai efisiensi yang rendah terhadap pemakaian energi yang disebabkan oleh karena mesin-mesin tersebut bekerja jauh di bawah kapasitas energinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Jendral Perindustri-

trian Dasar (sekarang Direktorat Jendral Industri Logam dan Mesin) dan mendapatkan bantuan berupa kerja sama sepenuhnya dari M.I.D.C. dan Balai Penelitian Bahan-Bahan Bandung. Untuk bantuan tersebut penulis mengucapkan banyak terima kasih.

DAFTAR LITERATUR

1. Dieter, Jr., G. E., *Mechanical Metallurgy*, Mc Graw - Hill Book Company Inc., New York, 1961.
2. Mc Gannon, H.E., *The Making, Shaping and Treating of steel*, U.S. Steel Corp. Pittsburg, Pa., 1964.
3. American Society for Metals, *Metals Handbook*, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1960.
4. Smith, G.V., *Properties of Metals at Elevated Temperatures*, Mc Graw - Hill Book Company Inc., New York, 1950.

(Diterima 8 Juli 1975)
