

## **RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK GARAM BRIKET OTOMATIS DENGAN SISTEM CRANKSHAFT PENGGERAK MOTOR LISTRIK 2 PK**

**Ariawan Wahyu Pratomo, Iwan Hermawan**

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang

E-mail: [ariawanwhp@yahoo.co.id](mailto:ariawanwhp@yahoo.co.id)

### **ABSTRACT**

*Salt is a strategic product, because almost everyone consume salt every day. The salt industry in the Pati - Rembang area usually produce briquettes and powder salt. UKM produce briquette salt by 2 methods, using salt pressing machine and manual. The problem of pressing machine are : need big power (5PK), need 2 operators as well as low level of safety. The research will design and fabricate the effective and safety salt pressing machine. The method used in this research is to identify the needs and specifications of the machine, developing design, implementing the design, testing performance of the machine, and testing products.*

*The result of research is salt press machine with main dimension 100x100x150 cm, generated by electric motor 2 PK, use 1 operator and safety operational. Machine able to press 450 pieces per hour with a single cavity. The product shows that solidity is nearly same with press machine and higher than manual press.*

*Keywords: Machine, Press, briquette salt.*

### **INTISARI**

Garam adalah produk strategis, karena hampir setiap orang mengonsumsi garam setiap hari. Industri garam di daerah Pati – Rembang biasanya memproduksi garam briket dan garam meja. UKM garam briket mencetak garam dengan dua metode yaitu manual dan menggunakan mesin pencetak garam. Permasalahan utama mesin pencetak yang digunakan UKM garam adalah konstruksi dan daya penggerak besar (5PK), butuh 2 operator serta tingkat keamanan operasionalnya rendah. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan merancang bangun mesin pencetak garam yang efektif dan aman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan identifikasi kebutuhan dan spesifikasi mesin, membuat desain mesin pencetak garam, mengimplementasikan rancangan, menguji kinerja mesin, menguji produk yang dihasilkan, serta membuat analisa hasil pengujian.

Hasil penelitian ini adalah mesin pencetak garam dengan spesifikasi dimensi utama 100x100x150 cm, penggerak motor listrik 2PK, menggunakan 1 operator dan operasionalnya aman. Hasil pengujian kapasitas sekitar 450 garam briket/jam dengan satu cavity. Hasil pengujian produk hasil cetakan menunjukkan tingkat kepadatan yang hampir sama dengan mesin pencetak yang sudah ada dan lebih tinggi dari pencetakan manual.

Kata kunci: mesin, pencetak, garam briket

### **PENDAHULUAN**

Garam merupakan salah satu pelengkap dari bahan pangan dan sumber elektrolit bagi tubuh manusia. Sebagai Negara Maritim, Indonesia memiliki laut yang luas sehingga potensi untuk memproduksi garam sangat besar, namun faktanya Indonesia sendiri masih menjadi pengimpor garam. Kebutuhan nasional garam masih menyisakan gap kuantitas (2,1 juta ton), dengan kebutuhan mencapai 3,3 juta ton sedangkan produksi garam nasional baru mencapai 1,2 juta ton. (Hendrajana B & Bagiyo S, 2010).

Di Pantura Jawa Tengah khususnya

daerah Pati sampai Rembang banyak terdapat petani garam tradisional, yang hasil garamnya di jual ke pabrik garam, selanjutnya garam tersebut di olah menjadi dua produk utama yaitu garam briket dan garam meja. Khusus garam briket proses produksinya yaitu dari garam grosok atau garam kasar yang dicuci terlebih dahulu kemudian diberi yodium selanjutnya garam dicetak menjadi bentuk kubus (PT, Garam, 2010). Proses pencetak ini ada 2 cara yaitu manual dan menggunakan mesin cetak garam, untuk pencetakan secara manual garam di haluskan (*crusher*) dulu agar mudah dicetak.

Kelemahan pencetakan menggunakan palu (manual), selain produktifitasnya rendah juga bisa mengakibatkan kandungan yodium yang ada dalam garam mudah menguap saat dioven, dikarenakan kerapatannya rendah. Sementara itu mesin pres garam briket yang ada pada perusahaan garam biasanya mencetak garam dengan dimensi cetakan 4,5 x 4,5 x 5 [cm] dan 5 x 5 x 6 [cm], sesuai pesanan. Mesin pencetak yang digunakan UKM garam mempunyai beberapa kelemahan; kontruksi dan daya penggerak besar (5 PK), butuh 2 operator serta tingkat keamanan operasionalnya rendah. (Hakim dkk, 2012).



Gambar 1 Mesin Pencetak Garam UKM

Hakim dkk (2012), mengembangkan mesin pencetak garam dengan spesifikasi dimensi mesin 1x1x2,5 m, sistem pengepresan dengan pneumatik dan daya penggerak motor 1 PK. Namun demikian mesin tersebut juga masih terdapat beberapa kelemahan, antara lain; ketepatan pengepresan rendah, gaya pengpresan rendah sehingga kepadatan kurang, dan dimensi mesin terlalu besar.



Gambar 2 Mesin Pencetak Garam dengan

### Sistem Pengepresan Pneumatik

Mengacu pada permasalahan diatas maka dalam penelitian ini akan mengembangkan mesin pencetak garam otomatis dengan dengan sistem *crankshaft*. Tujuan utama penelitian ini adalah membuat teknologi mesin pencetak garam briket yang efektif dan aman. Mesin dirancang otomatis dengan 1 operator, mesin aman bagi operator karena tidak kontak langsung dengan bagian pengepresan, dimensi lebih kecil dan kompak, daya motor lebih kecil (2 PK), serta target jumlah gagal produk (reject) dibawah 5%.

### METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini secara garis besar meliputi; perancangan dan perhitungan, implementasi rancangan dalam bentuk gambar desain, pembuatan dan perakitan mesin, serta pengujian mesin hasil rancang bangun.

### Perancangan dan Perhitungan

Perancangan dan perhitungan ditujukan untuk mendapatkan desain dan mekanisme mesin yang efektif. Perancangan memperhatikan data dari hasil observasi dan studi literatur, sehingga didapatkan spesifikasi kebutuhan alat serta perhitungan komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan mesin.

Tahapan yang digunakan dalam proses perancangan meliputi; identifikasi kebutuhan, perumusan masalah (*problem statetement*), membuat alternatif desain dan menentukan desain terbaik (sintetis), analisis dan optimasi, evaluasi desain, serta presentasi. (Shighley & Mitchell, 1991).

### Gambar Desain Mesin

Hasil dari proses perancangan berupa spesifikasi mesin, mekanisme mesin, dan dimensi serta spesifikasi material tiap-tiap komponen, kemudian dimplementasikan dalam bentuk gambar desain mesin. Gambar ini selanjutnya akan dijadikan acuan dalam pembuatan dan perakitan mesin.

### Pembuatan dan Perakitan Mesin

Pada tahapan ini dilakukan proses pemesinan komponen, perakitan, dan penyetingan alat berdasarkan gambar desain hasil rancangan dan perhitungan. Pada proses perhitungan dan perencanaan didapatkan dimensi dari komponen serta spesifikasi bahan yang akan diperlukan untuk pembuatan alat. Setelah masing-masing komponen siap

kemudian dilakukan perakitan untuk membuat alat yang sesuai dengan desain yang telah dibuat. Tahapan terakhir pada proses ini adalah penyetingan alat untuk memastikan alat telah berfungsi dengan baik.

### Pengujian Mesin

Pengujian mesin dilakukan untuk mengukur spesifikasi, kinerja dan kapasitas mesin. Hasil pengujian ini juga dijadikan bahan rujukan dan evaluasi apakah mesin hasil rancang bangun sudah sesuai dengan tujuan penelitian atau belum. Selain pengujian performa mesin, dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian kualitas produk mesin hasil rancang bangun. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kepadatan garam yang berkaitan dengan kekuatan agar tidak pecah atau rusak ketika ada deformasi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perhitungan Daya dan Gaya Pres Pada Crankshaft

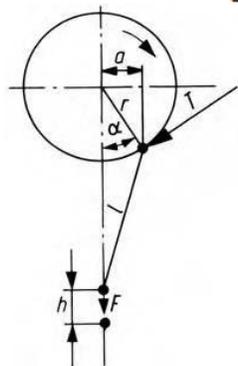
*Crankshaft* merupakan komponen utama yang digunakan dalam proses pengepresan, dimana *crankshaft* diputar oleh *belt* yang dihubungkan dengan motor listrik.

Data yang diketahui:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$r_c = 70 [\text{mm}]$$

$$n = 212,8 [\text{rad/menit}] = \frac{212,8}{60} [\text{rad/s}]$$



Gambar 3. Diagram Benda Bebas *Crankshaft*

Dari hasil survey perusahaan yang ada di juwana untuk mengepres garam dibutuhkan gaya press sebesar 2 ton, untuk itu sebaiknya dicari tahu terlebih dahulu berapakah daya motor yang motor yang dibutuhkan :

$$F = 2 \text{ Ton} \Rightarrow 2 \text{ Ton} \times 9,81 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = 19,62 [\text{KN}]$$

Gaya Tangensial dinamis:

$$\frac{T_{fd}}{F} = \sin \alpha$$

$$T_{fd} = 19,62 \times 10^3 [\text{N}] \times \sin 30^\circ = 9,81 \times 10^3 [\text{N}]$$

Daya sesaat pada saat daya tersimpan dalam flywheel :

$$T_{fd} = \frac{P_{def} \times 60}{r_c \times 2\pi \times n}$$

$$P_{def} = \frac{T_{fd} \times r_c \times 2\pi \times n}{60}$$

$$P_{def} = 15302,67 \times 10^3 \left[ \frac{\text{Nmm}}{\text{s}} \right] = 15302,67 \left[ \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \right]$$

Daya motor yang dipakai

$$P_{def} = P \left( \frac{360^\circ - \alpha}{\alpha} \right)$$

$$P = \frac{15302,67 \left[ \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \right]}{\left( \frac{360^\circ - 30^\circ}{30^\circ} \right)}$$

$$P = 1391,15 \left[ \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \right] = 1391,15 (\text{Watt})$$

Karena daya motor yang akan digunakan mempunyai daya sebesar 2PK = 1472 (Watt), maka motor listrik dengan daya 2PK aman digunakan.

Daya sesaat pada saat daya tersimpan didalam *flywheel* sebelum pengepresan :

$$P_{def} = P \left( \frac{360^\circ - \alpha}{\alpha} \right)$$

$$P_{def} = 1472 [\text{Watt}] \left( \frac{360^\circ - 30^\circ}{30^\circ} \right)$$

$$= 16192 [\text{Watt}] = 16192 \left[ \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \right]$$

$$= 16192 \times 10^3 \left[ \frac{\text{Nmm}}{\text{s}} \right]$$

Gaya tangensial dinamis

$$T_{fd} = \frac{P_{def} \times 60}{r_c \times 2\pi \times n}$$

$$T_{fd} = \frac{16192 \times 10^3 \left[ \frac{\text{Nmm}}{\text{s}} \right] \times 60}{70 [\text{mm}] \times 2\pi \times 212,8 [\text{rpm}]}$$

$$T_{fd} = 10,3801 \times 10^3 [\text{N}] = 10,3801 [\text{KN}]$$

Gaya pres *crankshaft*

$$\frac{T_{fd}}{F} = \sin \alpha$$

$$F = \frac{10,3801 \text{ [KN]}}{\sin 30^\circ}$$

$$F = 20,7602 \text{ [KN]} = 20,7602 \text{ [KN]} : 9,81 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

$$= 2,116 \text{ [Ton]}$$

### Perhitungan Transmisi V-Belt

*Flywheel* didesain dengan diameter 420 mm diputar dengan menggunakan motor berdaya 2 PK, kecepatan putar motor 1375 rpm sedangkan diameter puli motor 65 mm.

Gaya sabuk maksimal sisi kembang

$$F_{t1} = \tau_t \times A = 3,2235 \text{ [N/mm}^2] \times 83,025 \text{ [mm}^2]$$

$$= 267,631 \text{ [N]}$$

$$\rho = \text{massa jenis bahan karet}$$

$$= 1140 \text{ [kg/m}^3]$$

(Khurmi, 2005)

masa sabuk per satuan panjang [kg / m]

Gaya sentrifugal :

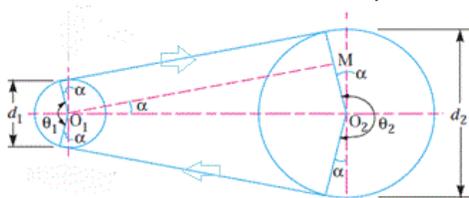
$$F_c = m_m \times v^2 = 0,095 \text{ [kg/m]} \times (4,68 \text{ [m/s]})^2$$

$$= 2,081 \text{ [N]}$$

Gaya sabuk sisi kembang setelah gaya maksimum dikurangi gaya sabuk

$$F_1 = F_{t1} - F_c = 267,632 - 2,081 = 265,555 \text{ [N]}$$

Sudut kontak antara sabuk dan puli



Gambar 4. Sudut Kontak Sabuk dan Puli

$$\sin \alpha = \frac{r_2 - r_1}{C} = \frac{210 - 32,5}{90000} = 0,197$$

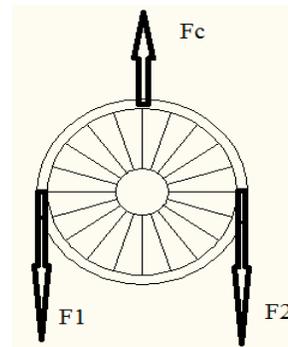
$$\alpha = 11,375^\circ$$

$$\theta = (180^\circ + 2\alpha) \times \frac{\pi}{180} \text{ [rad]}$$

$$= (180^\circ + 2 \times 11,375^\circ) \times \frac{\pi}{180} \text{ [rad]}$$

$$= 3,54 \text{ [radian]}$$

Gaya sabuk sisi kendur



Gambar 5. Gaya yang Terjadi Pada Sabuk

$\mu$  = koefisien gesek sabuk

$$\mu = 0,54 - \frac{42,6}{152,6 + 4,68} = 0,269$$

$$= 0,54 - \frac{42,6}{152,6 + 4,68} = 0,269$$

$$2,3 \log \left( \frac{F_1}{F_2} \right) = \mu \times \theta \times \csc \beta$$

$$2,3 \log \left( \frac{265,555 \text{ [N]}}{F_2} \right) = 0,269 \times 3,54$$

$$\times \csc 20^\circ = \frac{2,784222}{2,3}$$

$$\log \left( \frac{265,555 \text{ [N]}}{F_2} \right) = 1,211$$

$$\frac{265,555 \text{ [N]}}{F_2} = 16,2525$$

$$F_2 = 16,339 \text{ [N]}$$

Daya yang ditransmisikan

$$P_0 = (F_1 - F_2) \times v$$

$$= (265,555 \text{ [N]} - 16,339 \text{ [N]}) \times 4,68 \text{ [m/s]}$$

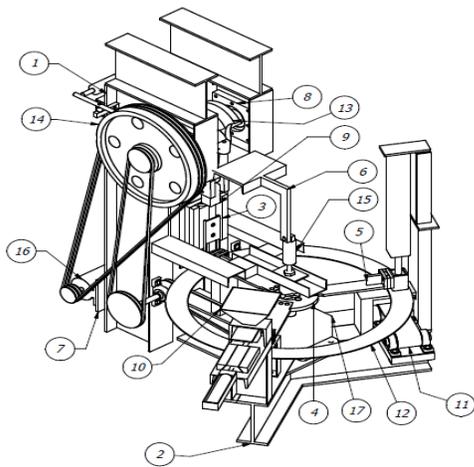
$$= 1166,33088 \text{ [Nm/s]} = 1166,33088 \text{ [Watt]}$$

Jumlah sabuk

$$N = \frac{P_m}{P_0} = \frac{1472 \text{ [Watt]}}{1166,33088 \text{ [Watt]}} = 1,26 \rightarrow 2$$

### Hasil Gambar Desain

Implementasi hasil perancangan dan perhitungan disajikan dalam gambar desain sebagai berikut :



Gambar 6. Desain Mesin Pencetak Garam

Keterangan :

- |                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| 1) Rangka <i>Punch</i> | 2) Rangka Dasar           |
| 3) Ekor burung         | 4) Piringan <i>cavity</i> |
| 5) <i>Cavity</i>       | 6) Dudukan silinder       |
| 7) Dudukan motor       | 8) Dudukan <i>bearing</i> |
| 9) <i>Punch</i>        | 10) <i>Hoper</i>          |
| 11) Konveyor           | 12) Rel <i>cavity</i>     |
| 13) Crankshaft         | 14) Flywheel              |
| 15) Silinder           | 16) Motor listrik         |
| 17) <i>Reducer</i>     |                           |

### Hasil Rancang Bangun

Hasil rancang bangun mesin pencetak garam otomatis penelitian ini mempunyai spesifikasi ; dimensi utama 100 x 100 x 150 cm, penggerak motor listrik 2PK, menggunakan 1 operator. Prinsip kerja dari mesin ini adalah pengisian material, pengepresan, dan pelepasan produk dalam satu siklus yang otomatis .

Langkah pertama adalah mengisi *hopper* dengan garam tabur. *Reducer* memutar *cavity* hingga mencapai bagian pengepresan dimana terdapat *limit switch* untuk mengaktifkan silinder pada kopling *cavity* untuk menarik kopling sehingga putaran *cavity* berhenti.

Selanjutnya silinder pneumatik pada *hopper* aktif, lalu mendorong garam dari *hopper* menuju menuju *cavity*. Setelah beberapa saat dengan memanfaatkan timer, silinder pada *crankshaft* mendorong batang penyangga kopling *flywheel* untuk selanjutnya akan memutar *crankshaft* untuk mengepres garam.

Pada saat *punch* naik, *limit switch*

yang terdapat disamping ekor burung *punch* akan tersentuh yang selanjutnya akan mengaktifkan silinder *pneumatik* pada *ejector*. *Ejector* akan turun untuk mendorong garam jatuh dari *cavity* menuju konveyor . Ketika *ejector* naik terdapat *limit switch* yang ketika tersentuh akan memundurkan posisi *hopper* ke posisi semula dan menurunkan kopling pada *cavity* sehingga *cavity* dapat berputar lagi mengikuti putaran *reducer*.

Tiga proses diatas berlangsung dalam satu siklus yang otomatis dan berulang, sehingga bisa memangkas waktu produksi dibandingkan mesin pencetak garam yang digunakan UKM yang memerlukan setidaknya dua siklus. Mesin hasil rancang bangun cukup memerlukan satu untuk mengisi garam tabur ke *hoper*, sedangkan pada mesin yang digunakan UKM setidaknya butuh 2 operator untuk mengisi, menangkap produk dan menata produk.



Gambar 7. Mesin Pencetak Garam Briket Otomatis Hasil Penelitian

### Pengujian mesin

Proses pengujian merupakan suatu uji coba dari keberhasilan alat atau mesin yang dirancang berdasarkan tujuan dan fungsi dari pembuatan alat atau mesin tersebut. Proses pengujian yang dilakukan meliputi pengujian performa mesin hasil rancang bangun dan pengujian produk yang dihasilkan mesin tersebut, dalam hal ini tingkat kepadatan garam briket.

Untuk pengujian performa mesin, proses pengujian dilakukan dengan cara menjalankan mesin, menghitung kapasitas pengepresan garam tiap jam, baik untuk garam halus maupun kasar, dan menghitung jumlah produk yang gagal (*reject*).

### Hasil Pengujian Kapasitas Mesin

Dari hasil pengujian didapat data sebagai berikut :

**Tabel 1.** Pengujian Kapasitas Mesin dan Jumlah Produk Gagal untuk Garam Kasar

| Jenis garam | Peng ujian | Piece sper jam | Jumlah Produk yang Rusak per jam |
|-------------|------------|----------------|----------------------------------|
|             |            |                |                                  |
| Kasar       | 1          | 450            | 19                               |
|             | 2          | 450            | 18                               |
|             | 3          | 450            | 18                               |
|             | 4          | 450            | 20                               |
|             | 5          | 450            | 20                               |
|             | 6          | 450            | 19                               |
| Rata-Rata   |            |                | 19                               |

**Tabel 2.** Pengujian Kapasitas Mesin dan Jumlah Produk Gagal untuk Garam Halus

| Jenis garam | Peng ujian | Piece sper jam | Jumlah Produk yang Rusak per jam |
|-------------|------------|----------------|----------------------------------|
|             |            |                |                                  |
| Halus       | 1          | 450            | 11                               |
|             | 2          | 450            | 10                               |
|             | 3          | 450            | 10                               |
|             | 4          | 450            | 9                                |
|             | 5          | 450            | 11                               |
|             | 6          | 450            | 9                                |
| Rata-Rata   |            |                | 10                               |

Dari data hasil pengujian alat diatas terlihat jumlah garam briket yang dapat dihasilkan oleh mesin pencetak garam garam stabil, sebanyak 450 *pieces* baik itu untuk jenis garam kasar maupun halus. Hal ini dikarenakan mesin otomatis, sehingga kapasitas produksi bisa diprediksikan secara akurat. Tingkat kegagalan hasil pengujian pada pencetakan garam halus rata-rata 10 produk/jam (2,2%) dan untuk garam kasar rata-rata 19 produk/jam (4,4%).

### Hasil Pengujian Produk Garam Briket

Masalah utama pengepresan garam dengan cara manual adalah produk yang dihasilkan mudah pecah (*reject*) dan kandungan yodium mudah terurai ketika proses oven. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian produk hasil mesin output penelitian kemudian dibandingkan dengan produk pencetak garam manual

dan mesin pencetak garam dengan mesin yang dipakai UKM.

**Tabel 3.** Pengujian Kekuatan Garam Briket

| No | Jenis Garam                          | Gaya yang dibutuhkan sampai garam pecah (Newton) |      |      |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|
|    |                                      | 1                                                | 2    | 3    |
| 1  | Garam produksi rumahan (pres manual) | 900                                              | 950  | 850  |
| 2  | Garam produksi perusahaan            | 1200                                             | 1250 | 1200 |
| 3  | Garam hasil mesin penelitian         | 1200                                             | 1150 | 1250 |

Proses pengujian adalah dengan uji tekan menggunakan mesin *universal testing machines*, garam briket diletakkan di landasan kemudian ditekan dan dicatat besarnya gaya yang dibutuhkan sampai garam pecah. Hasil pengujian dibandingkan antara garam briket pencetak garam manual, mesin pencetak garam yang digunakan UKM), mesin pencetak garam penelitian. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa gaya yang dibutuhkan sampai garam pecah, antara hasil mesin UKM dan mesin penelitian hampir sama yaitu sekitar 1200 N, hal ini berbeda dengan garam briket hasil pres manual yaitu sekitar 900 N. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa produk hasil mesin pencetak garam penelitian lebih tidak mudah rusak (pecah) jika dibandingkan dengan mesin pres manual.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengujian dapat dibuat kesimpulan :

- 1) Mesin dapat memproduksi garam *briket* dengan bahan baku garam halus maupun dengan garam kasar. Spesiifikasi mesin ; dimensi utama 100 x 100 x 150 cm, penggerak motor listrik 2PK, dengan sistem pencetakan dengan mekanisme *crankshaft*.
- 2) Kapasitas produk yang dihasilkan oleh mesin pencetak garam yaitu sekitar 450/jam, dengan tingkat kegagalan pada garam halus 2,2% dan garam kasar 4,4%.

- 3) Alat lebih aman dibanding mesin yang digunakan UKM dan hanya butuh 1 operator.
- 4) Dari hasil uji tekan produk garam briket penelitian lebih tidak mudah pecah dibandingkan produk pencetak garam manual, dan setara dengan hasil mesin pencetak garam yang digunakan UKM.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Hakim, Archit, Ariawan. 2012. *Rancang Bangun Mesin Press Garam dengan Penggerak Motor Kopling*. Tugas Akhir Mahasiswa Teknik Mesin POLINES, Semarang

Hendrajana B dan Bagiyo Suwasono, 2010, *Penerapan IPTEK untuk Pengembangan Model Kawasan Industri Garam Rakyat*, Laporan

Akhir Iptekmas, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan), Jakarta.

Joseph E. Shigley dan Larry D. Mitchell, 1995, *Perencanaan Teknik Mesin*, Erlangga , Jakarta.

Khurmi, R.S & Gupta, J.K.2005. *Textbook of machine design*. Eurasia Publishing House (PVT.) LTD : New Delhi

PT. Garam, 2000, *Teknologi Pembuatan dan Kendala Produksi Garam di Indonesia*, Departemen Kelautan dan Perikanan.