

## PENGARUH KOMPOSISI ARANG AKTIF DAN KALSIUM KARBONAT PADAPACK CARBURIZING TERHADAP MICROSTRUCTURE

Hafni\*, Syafrul Hadi

Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang, Jl Gajah Mada Kandis Nanggalo  
email: [hafnimesin@gmail.com](mailto:hafnimesin@gmail.com)

Submitted : 16-05-2016, Reviewed: 16-05-2016, Accepted: 17-05-2016  
<http://dx.doi.org/10.22216/jit.2016.v10i1.426>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode pengerasan permukaan pada baja lunak, dengan proses pack carburizing. Baja lunak banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan suatu produk. Untuk mendapatkan sifat yang keras pada permukaan dan tetap lunak pada intinya maka dilakukan proses pengerasan permukaan, sehingga produk tersebut dapat difungsikan sesuai dengan tujuan desainnya. Proses carburizing ini, diperlukan sebuah tungku pembakar yang dirancang tahan panas serta mudah dioperasikan. aman dengan bahan bakar batu bara . untuk pengujian tungku yang telah dirancang dilakukan pengujian pada baja rabon rendah dengan menggunakan media karburisasi 1000 gr arang aktif dengan variasi : 200 gram, 100 grm, 66.7 gram Kalsium karbonat (  $\text{CaCO}_3$ ) pada temperatur pemanasan  $950^\circ\text{C}$  dan waktu tahan 4 jam Kemudian dilanjutkan dengan proses quenching. Dari hasil pengujian menunjukkan bahan uji dengan komposisi 1000 gr arang aktif dengan 200 gram calcium carbonate lebih baik penambahan unsur karbon sehingga waktu dilakukan quenching terbentuk struktur mikro martensite  
**Kata kunci** : *Komposisi Arang aktif dan  $\text{CaCO}_3$ , Temperatur, Waktu tahan*

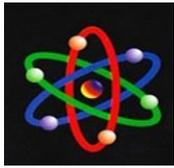
### Abstrac

*The goal of the research to obtain surface hardening method on mild steel, with a pack carburizing process. Mild steel is widely used as an ingredient in the manufacture of a product. To get hard on the nature of the surface and remains soft at the core surface hardening process is carried out, so that the product can be used in accordance with the purpose of design. The carburizing process, required a stove burner designed heat resistant and easy to operate. safe with fuel coal. for testers furnace that has been designed to do testing on steel Rabon low by using media carburizing 1000 grams of activated charcoal with variations: 200 grams, 100 grm, 66.7 grams of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) at the heating temperature of  $950^\circ\text{C}$  and holding time 4 hours Then with process quenching. Test results indicate the test material with the composition of 1000 g of active charcoal with 200 grams of calcium carbonate, the better the addition of carbon element so that the time of the quenching to form martensite microstructure  
**Keywords**: *Composition Activated charcoal and  $\text{CaCO}_3$ , temperature, holding time**

### PENDAHULUAN

Karena sifatnya yang lunak, liat dan mudah dibuat, baja banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan suatu produk. Untuk mendapatkan sifat yang

keras pada permukaan dan tetap lunak pada intinya maka dilakukan proses pengerasan permukaan (*face hardening*), sehingga produk tersebut dapat difungsikan sesuai dengan tujuan desainnya.



Proses pengerasan permukaan ini sangat di pengaruhi oleh jumlah kadar karbon yang terkandung pada baja. Baja karbon adalah campuran dari besi dan karbon dan ditambah unsur –unsur sulfur (S), fosfor (P), silicon (Si) dan mangan (Mn) [5]. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbonnya, oleh karena itu baja karbon dapat dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya :

Baja karbon extra rendah , kadar karbon  $> 0.08 \%$

Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*), kadar karbon  $0,08 - 0.35 \%$ .

Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*), kadar karbon  $0,35 - 0.5 \%$ .

Baja Karbon Tinggi (*High Karbon Steel*) kadarkarbon  $0,55 - 1,7 \%$ .

Menurut Bambang Kuswanto, kualitas baja karbon rendah dapat ditingkatkan khususnya untuk ditingkatkan dari tidak mampu dikeraskan menjadi mampu dikeraskan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara dilakukan proses Carburizing. Dimana salah satu metodenya adalah dengan menggunakan media karbon padat atau *pack carburizing*. Kedalaman atom karbon yang berhasil berdifusi juga cukup untuk kepentingan teknik yaitu  $\pm 1000 \mu\text{m}$

Untuk melakukan proses carburizing ini, diperlukan sebuah tungku pembakar yang biasanya dipasang secara permanen. Tungku ini di operasikan dengan bahan bakar batu bara atau arang kayu, jadi harus dijauhi dari bahan yang mudah terbakar. Karena keterbatasan lahan, maka perlu dirancang sebuah tungku yang bisa dipindahkan (*mobile*) jadi dapat dioperasional di area yang aman dan bila tidak dipakai bisa ditempatkan ditempat yang tidak memakan areal yang luas. Pada penelitian ini penulis merancang dan membuat tungku

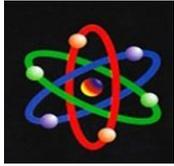
*pack carburizing mobile*, serta melakukan pengujian karburisasi pada produk produk hasil partikum mahasiswa, untuk mendapatkan sifat-sifat yang lebih baik yaitu keras, tahan aus, ulet dan tangguh dengan melalui perlakuan panas.

## TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu upaya dalam meningkatkan mutu logam terutama kekerasannya adalah dengan proses karburisasi, Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Bambang Kuswanto yang meneliti tentang perlakuan *pack carburizing* pada baja karbon rendah sebagai material alternatif untuk pisau potong dimana proses dari dari *pack carburizing* adalah Didalam ruangan dapur dilakukan pemanasan secara bertahap, tahap pertama  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 1 jam, Tahap ke dua  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 1 jam dan  $700^\circ\text{C}$  selama 1 jam, terakhir pada temperatur carburizing  $900^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan pendinginan secara perlahan-lahan, dimana dapur dimatikan dan ditunggu sampai turun pada temperatur  $350^\circ\text{C}$ . Setelah mencapai temperatur tersebut, pintu dapur dibuka untuk mengeluarkan kotak carburizing. Diluar ruangan dapur tutup kotak carburizing dibuka, semua specimen dikeluarkan untuk didinginkan secara terbuka. Proses pemanasan dan pendinginan specimen dapat dilihat pada gambar bawah.



Gambar 1. Proses *pack carburizing*

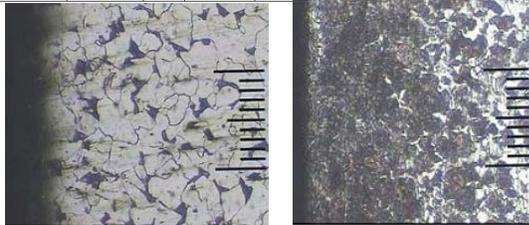


Data data awal material uji adalah  
Tabel1. Data uji kekerasan mickro  
vickers bahan uji awal

Specimen	Jenis pengujian kekerasan	No	Diagonal 1 d1 (mm)	Diagonal 2 d2 (mm)	Diagonal rata-rata d (mm)	P Beban (Kg)	Harga kekerasan (Kg/mm <sup>2</sup> )
Bahan baku	Mikro Vickers	1	0,062	0,062	0,06200	0,3	144,69
		2	0,062	0,062	0,06200	0,3	144,69
		3	0,0615	0,062	0,06175	0,3	145,87
		4	0,062	0,061	0,06150	0,3	147,06
		5	0,061	0,061	0,06100	0,3	149,48

Tabel 2. Data uji kekerasan mickro vickers setelah pack carburizing

Spesimen	Jenis pengujian kekerasan	No	Diagonal 1 d1 (mm)	Diagonal 2 d2 (mm)	Diagonal rata-rata d (mm)	P Beban ( Kg )	Harga kekerasan (Kg/mm <sup>2</sup> )
A	mikro Vickers	1	0,05	0,05	0,05	0,3	222,48
		2	0,051	0,0505	0,05075	0,3	215,95
		3	0,056	0,0565	0,05625	0,3	175,79
		4	0,059	0,059	0,05900	0,3	159,78
		5	0,061	0,0615	0,06125	0,3	148,26



A

B

Gambar 2. Struktur mickro baja carbon rendah A sebelum proses carburizing, B Setelah proses carburizing

Dari hasil pengujian disimpulkan. Harga kekerasan vicker naik sebesar 26% . dan kedalaman atom karbon yang berhasil berdifusi juga cukup untuk kepentingan teknik yaitu  $\pm 1000 \mu\text{m}$ . Untuk melaksanan proses pack carburizing dirancanglah dan dibuatlah sebuah tungku dengan bentuk :

1. Tungku dibuat atas rangka baja
2. Bahan ruangan tungku terbuat dari bata tahan api
3. Udara ditiupkan dengan blower
4. Bahan dari batu bara
5. Tungku ini didesain mobile.



Gambar 3. Tungku pack carburizing

## METODE PENELITIAN

Proses penelitian dilakukan melalui tahapan persiapan tungku , proses pembuatan arang aktive, proses pembuatan bahan uji, proses pack carburizing, proses quenching, proses pengujian terhadap material uji untuk melihat besarnya difusi atom karbon pada permukaan bahan uji (baja karbon rendah)

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Baja karbon rendah sebagai bahan yang akan dikeraskan permukaannya Media karburisasi
2. Arang active dipilih arang tempurung kelapa
3. Aktivator dipilih calcium karbonat (CaCo<sub>3</sub>)
4. Temperatur pemanasan 950 °C
5. Waktu tahan 4 jam

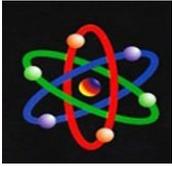
Alat yang digunakan untuk proses karburisasi ini adalah tungku yang dirancang dengan bahan bakar batu bara

### Proses karburising

Arang active yang digunakan adalah arang tempurung kelapa dengan besar butiran 30 mesh kemudian dicampurkan dengan Kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dengan komposisi tiga variasi komposisi :

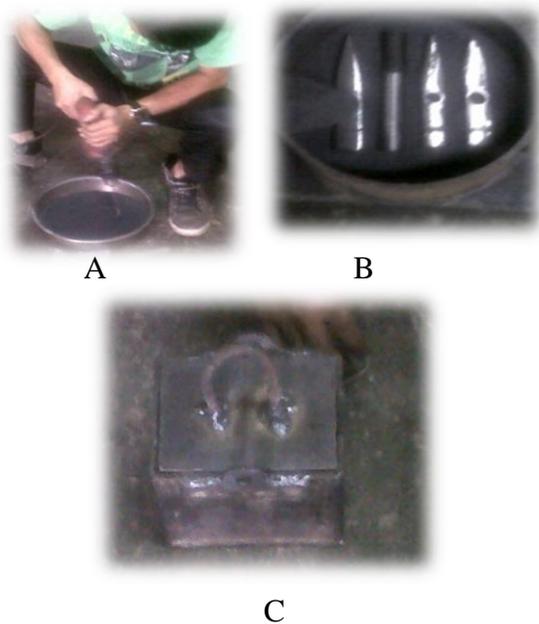
Variasi 1 1000 gr arang aktif  
200 gr kalsium karbonat

Variasi 2 1000 gr arang aktif  
100 gr kalsium karbonat



Variasi 3 1000 gr arang aktif  
66.7 gr kalsium karbonat

Setelah kalsium karbonat dan arang aktif tercampur sempurna untuk masing masing komposisi, kemudian masukan kedalam 3 buah kotak baja setinggi 4 cm, satu kotak baja dengan satu variasi. Setelah itu masukan 5 bahan uji dari baja karbon rendah untuk masing-masing kotak, diatur masing masing bahan uji sebesar 2 cm, masukan lagi campuran kalsium karbonat dan arang aktif menutupi bahan uji tersebut, setelah itu masing masing kotak baja ini di tutup. Beri tanda masing katak berdasarkan komposisinya.

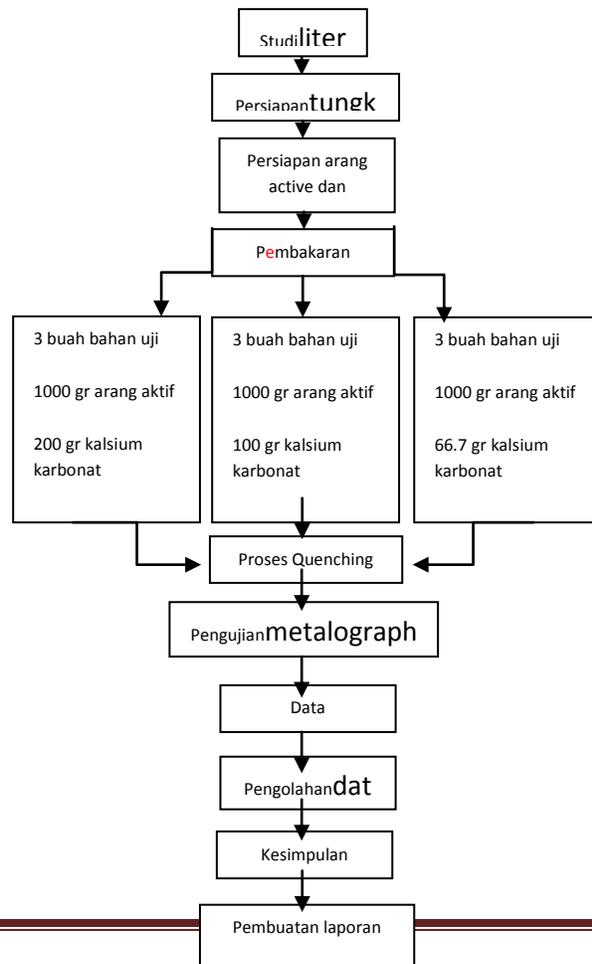


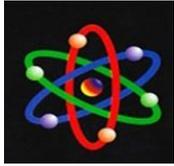
Gambar 4. (A) Proses pencampuran media karburising, (B) peletakan bahan uji dalam kotak baja, (C) bahan uji dalam kotak baja siap untuk dipanaskan. Setelah pembakaran dalam ruang tungku pack karburising sempurna, masukan kotak baja dalam ruang tungku. Kemudian tutup, control panas panasnya pada temperatur 950 °C, dan tahan

selama 4 jam. Pemilihan temperature ini didasarkan pada komposisi kimia baja karbon yang digunakan, yaitu 0,082 %C. Proses difusi atom akan terjadi pada suhu kira-kira 0,5 *melting point*. Dari diagram fasa Fe-C, diketahui baja karbon tersebut memiliki *melting point* ±1600 °C. Setelah karburising, baja karbon di *quenching* secara bersamaan ke dalam air suhu kamar untuk memperoleh lapisan keras pada permukaannya

### Pengujian

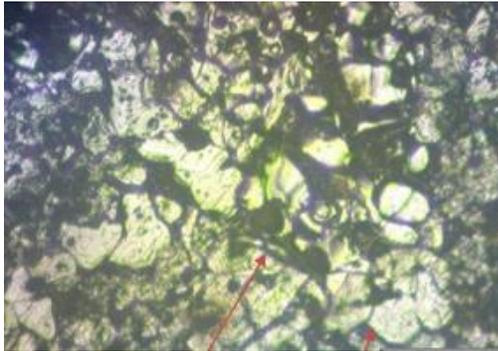
Dilakukan metallography untuk melihat struktur mikro dari bahan uji setelah dilakukan proses karburisasi





Gambar 5. Diagram Alur Penelitian

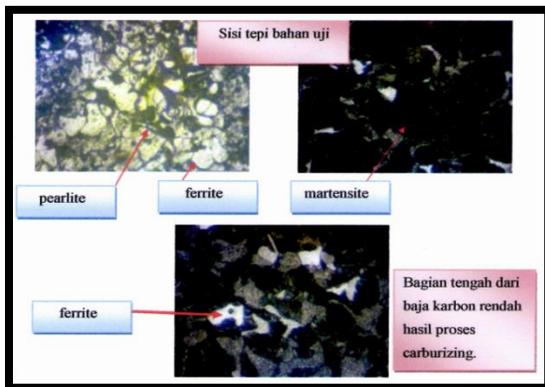
## HASIL DAN PEMBAHASAN



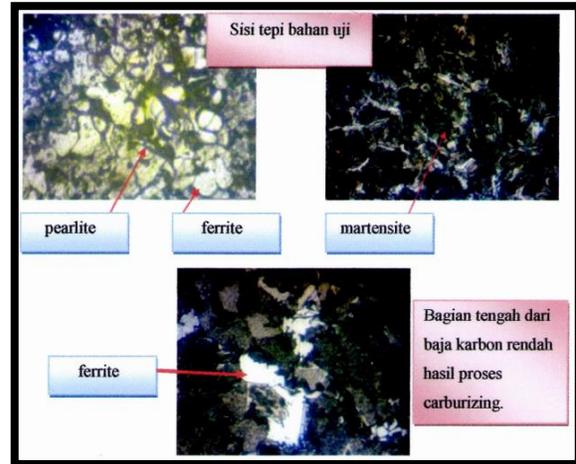
Pearlite ferrite

Gambar 6. Struktur mikro tanpa perlakuan

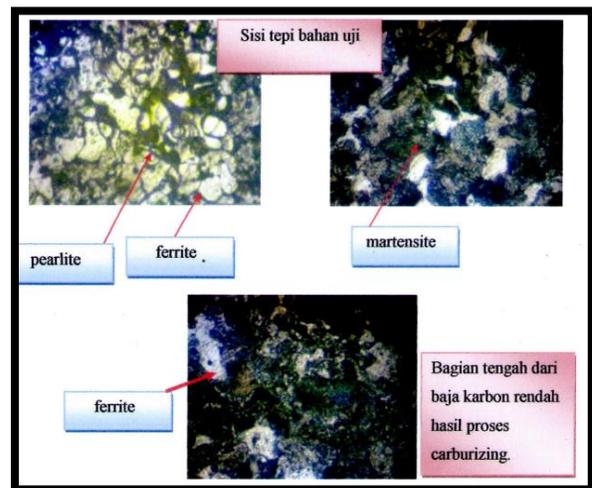
Hal ini dikarenakan karbon yang terkandung di dalam raw material sangat sedikit, sehingga seluruh atom karbon dapat terlarut ke dalam atom-atom Fe membentuk larutan padat intertisi yang dinamakan ferit. Kesimpulan ini diperkuat dari hasil pengujian kekerasan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1 diperoleh nilai kekerasan material awal mendekati nilai kekerasan fasa ferit.



Gambar7. Komposisi 1000 gr arang aktif 200 gr kalsium karbonat

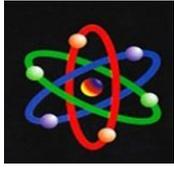


Gambar 8. Komposisi 1000 gr arang aktif 100 gr kalsium karbonat



Gambar 9. Komposisi 1000 gr arang aktif 66.7 gr kalsium karbonat

Dari hasil foto struktur mikro specimen terlihat struktur micro terbentuk pada sisi tepi dari yang bahan uji adalah martensite yang bersifat keras. Hal ini terbentuk karena proses quenching pada bahan uji, Penambahan unsur karbon ini hanya berlaku



pada bagian sisi tepi bahan uji, sedangkan bagian tengahnya tetap dominan unsur ferrite. Pada permukaan terdapat fasa martensit yang berwarna gelap. Fasa martensit merupakan fasa yang terbentuk karena pendinginan yang sangat cepat. Didalam matrik martensit terdapat fasa ferit tetapi jumlahnya sedikit, warnanya putih agak kelihatan kusam. Fasa martensit sifatnya sangat keras, faktor inilah yang menyebabkan nilai kekerasan pada permukaan baja menjadi meningkat. Dari hasil foto struktur mikro juga dapat dilihat adanya difusi karbon yang berbeda sesuai variasi komposisi. Pada gambar 8 dan 9. terlihat juga bahwa jumlah fasa martensit semakin menurun sesuai dengan sedikitnya penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Semakin banyak penambahan kalsium karbonat maka semakin tinggi tingkat kekerasan yang dialami oleh baja tersebut sehingga mempermudah atom karbon berdifusi kedalam baja seperti yang terlihat pada gambar 7. Dengan kadar karbon yang tinggi dan kalsium karbonat terbentuklah fasa martensit yang banyak. Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk melihat perubahan struktur mikro setelah mengalami proses carburizing. Perbesaran yang digunakan dalam pengamatan ini adalah 10 X dan 20 X. Foto struktur mikro diambil pada bagian tepi. Struktur mikro baja karbon rendah dapat dilihat pada gambar 6, sedangkan untuk struktur mikro baja karbon rendah hasil carburizing dapat dilihat pada gambar 7, 8 dan 9.

Dari gambar 6 dapat dilihat, struktur mikro baja karbon rendah didominasi oleh fasa ferit, kadar karbon sangat sedikit, sehingga seluruh atom karbon dapat larut ke

dalam atom-atom Fe membentuk larutan padat intertisi yang dinamakan ferit.

## SIMPULAN

Setelah melaksanakan dan selanjutnya menyelesaikan penujian ini, maka dari hasil pengujian ini dapat ditarik dapat disimpulkan yaitu :Dari hasil pengujian metallography,

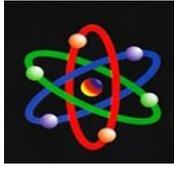
1. Komposisi yang mendominasi fasa martensite terdapat pada komposisi 1000 gr arang aktif 200 gr kalsium karbonat.
2. Komposisi 1000 gr arang aktif 100 gr calcium carbondan Kompisisi 1000 gr arang aktif 66.7 gr kalsium karbonat unsur dari martensite sudah berkurang hal dikarenakan berkurangnya penambahan kalsium karbonat.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membantu dalam support finansial dan civitas akademika Institut Teknologi Padang dalam proses pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Kuswanto, (2010). *Perlakuan Pack carburizing Pada Baja Karbon Rendah Sebagai Material Alternatif Untuk Pisau Potong Pada Penerapan Teknologi Tepat Guna*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2010. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
- Budinski, G., Budinski., K., (1999), *Engineering Materials Properties and*



- Selection, 6<sup>th</sup> edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey, USA.
- Hafni. (2013). Rancang Bangun Tungku *Pack carburizing*. Penelitian ITP. Padang
- Hafni (2015), Pengaruh Waktu Tahan Proses *Pack carburizing* Pada Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan kalsium karbonat dan Arang Tempurung Kelapa, di Tinjau Dari Kekerasan, Jurnal Teknik Mesin, Vol 5 ISSN 2089-4880. Institut Teknologi Padang
- Mujiyono, Soemowidagdo, A.L., (2005), Pemanfaatan Natrium Karbonat Sebagai Energizer Pada Proses Karburising Untuk Meningkatkan Kekerasan Baja Karbon Rendah, Laporan Penelitian, FTUNY, Yogyakarta.
- Poor, R., dan Verhoff, S., (2002), *New Technology is The Next Step in Vacuum Carburizing*, SurfaceCombution Inc., Maumee, Ohio, USA.
- Rajan, T.V., Sharma, C.P., Sharma, A., (1997), *Heat Treatment–Principles and Techniques*, revised edition, Prentice Hall of India, New Delhi, India.
- Sudarsono., Ferdian, D., dan Soedarsono, J.W., (2003)P, Pengaruh Media Celup dan Waktu Tahan Pada Karburasi Padat Baja AISI SAE 1522, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi 2003, Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Samsudi Raharjo. (2007). Analisis Hasil Produk Alat Pertanian Menggunakan Tungku Pack Kaburising Dengan Tungku Konvensional. *Traksi*. Vol. 5. No. 1, Jurnal.unimus.ac.id 12
- Suryanto, H., Malau, V., Samsudin, (2003), Pengaruh Penambahan Barium Karbonat pada Media Karburasi terhadap Karakteristik Kekerasan Lapisan Karburasi Baja Karbon Rendah, *Proceeding Seminar Nasional Teknik Mesin 2003*, Universitas Brawijaya, Malang