

ANALISIS HASIL PRODUK ALAT PERTANIAN MENGUNAKAN TUNGKU PACK KABURISING DENGAN TUNGKU KONVENSIONAL

Samsudi Raharjo *)

Abstrack

This research was conducted to improve the model of Black Smith's fireplace from the small scale industries of agricultural tools (hoe, sickle, cutting knife, crafting tools). This sector remains an important one in Indonesian economy and man power. The area of research covers Semarang Municipality, Semarang Regency and Jepara Regency, used a parameter beyond the area of Ceper, Klaten Regency and Tegal that are well-known as the basis of small scale metal industries in Central Java. From their roles in opening employment, the small scale industries are often referred to as the venue of cheap and effective entrepreneurship training.

Indonesia has significant capital to become self-reliance nation which can produce various products, however, we are too busy consuming products imported from other countries that are considered to have many advantages if compared with the local ones, in spite of more expensive price.

The method applied in this research was experimental testing, technological design, design trial, the analysis of differential testing and regression method. The testing to check the improvement quality resulted from solid carburetion is conducted through the hardness testing, in which the hardness value increases on the surfaces where solid carburetion was conducted.

The research showed that there was a significant difference in term of hardness of resulted products between the conventional fireplace and the fireplace model designed with solid carburetion using coconut shell as fuel. The improvement of fireplace model is expected to: (1) change work habit to the safer one, (2) improve the quality of agricultural tools, and (3) socialize the design of fireplace with solid carburetion using the coconut shell as fuel to the black smiths in Central Java.

Kata Kunci : Fireplace, Tool and Quality

PENDAHULUAN

Bumi Indonesia adalah wilayah yang terkenal dengan wilayah agraris. Ironisnya pada masa sekarang ini kita justru sangat terpuruk dalam pemenuhan kebutuhan pangan yang notabene adalah produk andalan dalam negeri. Bangsa ini mempunyai modal utama yang besar untuk menjadikan dirinya sebagai Negara penghasil produk pangan. Namun karena kita terlalu sibuk untuk mengkonsumsi produk impor yang untuk sementara waktu punya banyak keunggulan dibandingkan produk local diantaranya kualitas yang lebih bagus dan harga yang lebih bersaing, maka kita menjadi terlena untuk meningkatkan produk pertanian kita. Ada banyak factor yang mempengaruhi rendahnya produktifitas pertanian kita diantaranya peralatan pertanian yang digunakan mempunyai kualitas rendah sehingga berakibat proses pertanian agak terhambat, maka melalui penelitian ini peneliti mengambil sampel wilayah penelitian di Tukang pandai besi didaerah sekitar Pasar Mangkang, Peterongan , pasar Jatingalen, Pandai besi disekitar Pasar Babatan Kabupaten Semarang, Desa Pandan Sari Jepara.

Yang menjadi permasalahan sampai saat ini adalah kualitas peralatan pertanian (Cangkul, Sabit, Pahat, Pisau deres dan Alat-alat Ukir) yang dihasilkan oleh pengrajin pandai besi kita masih rendah dan belum memenuhi standart Nasional Indonesia (SNI) terutama kekerasannya. Faktor yang menyebabkan adalah :

□) Staf Pengajar Jurusan Mesin UNIMUS

- Pemakaian bahan baku dari baja yang tidak standart
- Pelaksanaan proses perlakuan panas yang kurang baik.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, pada program rancang bangun ini, peneliti merancang bangun Tungku perlakuan panas untuk peningkatan kualitas kekerasan alat pertanian (Cangkul, Sabit, Pahat, Pisau deres dan Alat-alat Ukir) yang dihasilkan oleh pengrajin pandai besi dengan cara melakukan proses karburasi padat (pack carburizing). Dengan proses pack carburizing diharapkan nilai permukaan produk dari pengrajin pandai besi akan meningkat. Adapun bahan yang digunakan untuk melakukan pack carburizing adalah arang aktif batok kelapa yang mengandung carbon tinggi, ide penggunaan batok kelapa sebagai bahan pack carburizing ini adalah batok kelapa banyak tersedia disekitar kita dan pengolahan batok kelapa menjadi arang tidak sulit. Dengan demikian peneliti berharap proses pack carburizing yang dilakukan tidak banyak menyerap biaya produksi sehingga harga jualnya pun dapat ditekan, yang berakibat akhir produk lokal mampu bersaing dengan produk pabrikan.

Permasalahan

Pengrajin pandai besi pada saat ini sudah mampu menghasilkan alat –alat pertanian seperti : cangkul, Sabit, Pahat, Pisau deres, Alat-alat Ukir dan lain-lainnya. Pada saat ini proses yang dilakukan pengrajin dalam menghasilkan produknya adalah dengan menempa bahan baku yang berupa baja sampai temperature austenisasi kemudian dilakukan proses pencelupan (Quenching). Tujuan pencelupan adalah untuk meningkatkan kekerasan permukaan namun usaha ini masih belum cukup untuk meningkatkan kekerasan permukaan produk karena terbatasnya komposisi carbon. Sehingga proses yang dapat dilakukan adalah dengan perlakuan karburasi padat.

Dari keadaan ini timbul pemikiran untuk membuat rancang bangun alat karburasi padat dengan harapan produk peralatan pertanian dapat memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan jika hanya dilakukan proses celup (Quenching) saja, perkiraan awal produk pandai besi tidak mempunyai kekerasan yang memadai sebagaimana produk setelah mengalami proses karburasi padat dengan menggunakan bahan arang aktif batok kelapa.

Alasan penggunaan arang batok kelapa adalah karena bahan dasar yang berupa batok kelapa banyak dijumpai dilingkungan sekitar kita sehingga diharapkan harga produk pandai besi (alat pertanian) yang dihasilkan dapat bersaing dengan produk impor.

Dengan proses karburising diharapkan permukaan hasil produksi para tukang pandai besi, kekerasannya dapat meningkat namun tidak mempengaruhi keuletan dibagian dalam produk pandai besi. Rancang bangun tungku karburasi padat ini dikhususkan menghasilkan proses carburasi yang bagus, dengan demikian peralatan pertanian yang dihasilkan meningkat kekerasannya.

METODE DAN BAHAN

Populasi penelitian ini meliputi para tukang pandai besi yang meliputi Daerah ungaran, Semarang dan Jepara yaitu diambil sampel sejumlah 100 tukang pandai besi.

Pengambilan sample melalui proses stratified random sampling (Sekaran, 1992, h. 229-230). Sehingga setiap tukang pandai besi memiliki peluang yang sama menjadi sample penelitian.



Bahan dan Alat

Tabel 1. Bahan dan alat yang dibutuhkan untuk rancangan Tungku

| Bahan | Penggunaan | Unit | Jumlah |
|---------------------------|--------------------|-------|--------|
| Bata merah | Dinding luar | buah | 200 |
| Semen | Dinding luar | buah | 100 |
| Bata tahan api | Dinding dalam | buah | 100 |
| Castable material | Dinding dalam | Kg. | 10 |
| Semen api | Tutup Tungku | Kg. | 25 |
| Blower 0.25 PK | | buah | 1 |
| Besi siku 2 x 2 x 1 inchi | Rangka Tungku | meter | 8 |
| Pipa Dia 1 inchi | Saluran udara | meter | 5 |
| Bearing Dia 500x300x300 | Kotak bahan | buah | 1 |
| Bearing Dia 2,5 inchi | Penggelincir tutup | buah | 1 |
| Tutup baja 500x300x25 | Tutup | buah | 1 |

Peralatan kerja yang dibutuhkan adalah peralatan Tukang batu pada umumnya : Cetok, siku, Pasak besi, Meteran, Pacul besi, Ember, water pass dan pasak besi untuk memotong bata api .



Tahapan Pembuatan

- Tentukan tempat peletakan tungku sesuai dengan ukuran yang diperlukan.
- Ratakan tanah ditempat yang diletakan tungku bila perlu dengan water pass.
- Letakan rangka tungku dan pasang bata merah disekeliling rangka bagian dalam dengan direkatkan dengan semen (buat lubang untuk pembuangan abu arang).
- Buat dinding dalam tungku dengan pasangan bata tahan api dengan perekat semen tahan api setipis mungkin (sisakan lubang pembuang abu, lubang pengintip, lubang udara keluar). Pasangkan cerobong asap dari pipa besidiameter 2 inci setinggi dua meter dan merapatkan antara tutup tungku dengan badan tungku agar aliran panas dalam tungku lebih awet.
- Keringkan tungku, pengeringan sebaiknya dilakukan secara alami kira-kira 2 hari.
- Pasang tutup tungku sesuai gambar



Uji coba desain

Uji coba desain dilakukan pada tungku karburasi padat ini adalah :

- Letakan bahan dalam kotak dengan ditutupi flux yang terdiri dari campuran arang batok kelapa dan $BaCO_3$ (Barium Karbonat) sebagai aktifator dengan perbandingan 1:10, kemudian kotak ditutup.
- Peletakan kotsk dalam tungku adalah diatas bata tahan api dengan jarak sekitar 10 cm dari seluruh sisi tungku.
- Pengisian arang diantara kotak dan dinding mula – mula setinggi 10cm kemudian dibakar. setelah api besar kemudian ditambahkan arang sampai setinggi kotak bahan.
- Diatas penutup kotak ditaruh batu bata disisi kiri kanan- belakang agar tutup tidak terbuka dan menahan panas kemudian tungku ditutup.
- Setelah seluruh arang terbakar suhu ditutup kotak sekitar 750 °C sedang dibidang bawah sekitar 900°C biarkan selama 2 jam.
- Pendinginan cepat, setelah 2 jam temperature penyepuhan tercapai tungku dan kotak dibuka dengan penjepit bahan didinginkan cepat satu per satu. Semula bagian yang tajam dicelup ke air selama 1- 2 detik dicabut dan masukan kembali dan kemudian seluruh bagian perlahan- lahan.

PEMBAHASAN

Alat pertanian seperti cangkul, sabit, pisau deres dan alat-alat ukir adalah alat potong yang membutuhkan permukaan keras namun dengan bagian tengah yang tetap ulet, sehingga upaya yang dapat dilakukan adalah pengerasan permukaan diantaranya dengan melakukan karburasi.

Karburasi adalah untuk meningkatkan konsentrasi karbon dilapisan permukaan dari produk baja untuk mendapatkan permukaan tahan aus yang lebih keras. Cara ini biasanya dilakukan dengan menahan dalam gas yang terdiri dari campuran CH₄ dan atau CO pada temperature austenitasi dengan mengontrol proporsi dan konsentrasi karbon pada permukaan baja dalam keadaan seimbang dengan campuran gas dapat ditentukan pada jumlah konsentrasi yang sesuai. Pada waktu yang bersamaan karbon yang berdifusi secara continue dari permukaan ke baja.

Profil konsentrasi yang dapat dicapai setelah perbedaan waktu. Penjelasan analitik untuk profil ini dapat dicapai dengan menggunakan hukum fick II dengan menggunakan kondisi batas : C_b (pada X=0) = C_s dan C_b (∞) = C_o, konsentrasi karbon original baja. Spesimen diasumsikan sebagai panjang infinit pada kenyataannya koefisien difusi karbon di austenit meningkat dengan meningkatnya konsentrasi , tetapi larutan yang diinginkan dapat dicapai dengan mengambil nilai rata-rata dan menjadi persamaan yang sederhana :

$$C = C_s - (C_s - C_o) \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right)$$

dimana :

- C = Konsentrasi karbon rata-rata
- C_s = Konsentrasi karbon dipermukaan
- C_o = Konsentrasi karbon dibagian terdalam
- X = Tebal penetrasi karbon
- D = Koefisien difusi karbon
- t = Waktu difusi karbon

Dari persamaan diatas nilai yang lebih akurat didapat dari buku standart matematika. Diketahui bahwa erf (0.5) adalah 0.5, sehingga tebal dimana konsentrasi karbon ditengah-tengah antara C_s dan C_o dinyatakan dengan ($\frac{x}{2\sqrt{Dt}}$) = 0.5 sehingga tebal bagian terkaburasi adalah \sqrt{Dt} . Perlu diingat bahwa kedalaman dari garis iso konsentrasi adalah berbanding lurus dengan \sqrt{dt} . Sehingga untuk mencapai dua kali peningkatan penetrasi membutuhkan empat kali waktu penetrasi.

Pack karburising

Proses ini disederhanakan dan merupakan metode awal untuk melakukan karburising dengan cara meletakkan komponen yang akan diproses kedalam wadah yang terbuat dari logam dengan campuran bahan karburasi yang terdiri dari serbuk batu bara dan 10% barium carbonat yang membungkus sekeliling komponen. Wadah ini kemudian dipanaskan pada temperature konstan (850 s/d 950 °C) untuk beberapa waktu guna memastikan temperature yang dipakai dan memastikan bahwa karbon terdifusi ke permukaan komponen pada kedalaman tertentu.

Adapun sumber karbon terdapat berasal dari batu bara. Arang batok kelapa atau arang kayu . Pada penelitian ini digunakan arang aktif dari batok kelapa sebagai sumber karbonnya. Setelah dilakukan pack carburizing langkah berikutnya adalah perlakuan panas yang terdiri dari austenitasi dan tempering serta Quenching. Berikut ini adalah diagram fasa Fe-C yang dapat digunakan untuk menentukan dimana letak baja karbon rendah yang digunakan sebagai bahan alat-alat pertanian.

Dari diagram fasa diatas letak baja carbon rendah adalah didaerah pada konsentrasi dibawah 0.8% C. Sedangkan perlakuan panas yang dilakukan pada proses pack karburising adalah proses austempering dengan tahapan proses sebagai berikut :

- Austenisasi yaitu komponen logam dipanaskan pada temperature diatas 850 °C dan 950 °C selama 15 menit sampai 2 jam
- Austempering setelah austenisasi komponen logam di celup dalam bak garam pada temperatur dalam range 450 °C – 250 °C selama setengah sampai tiga jam kemudian di dinginkan sampai temperature ruangan

Temperatur transformasi isothermal lebih rendah jika dibandingkan dengan pearlite tetapi lebih tinggi dari temperature “martensit start”. Perlakuan panas menghasilkan tipe mikrostruktur bainit yang berbeda, tergantung pada temperature dan waktu perlakuan (treatment).

Laju Pendinginan Selama Pencelupan

Pengurangan temperature yang cepat dari temperature *austenisasi* ketemperatur *austempering*. Laju pendinginan selama tahap ini sangat penting karena menentukan *mikrostruktur* matriks dari baja yang akan di *austemper* pencelupan lambat akan menghasilkan *pearlite*, ini biasa terjadi pada benda coran yang besar dimana bagian tengah mempunyai laju pendinginan yang lebih lambat dibandingkan bagian luarnya, *mangan* sering dipakai untuk mengurangi laju pembentukan *pearlite* selama pendinginan dan membiarkan pembuatan benda coran yang besar. Derajat dimana *bainit* dapat dicapai selama laju panas iso thermal untuk menghindari *pearlite* atau *martensit* dikenal sebagai pengerasan *bainit* pada paduan.

Karbon Aktif

Karbon aktif adalah istilah umum untuk material karbon yang kebanyakan berasal dari batu bara. Material ini mempunyai penampang permukaan yang luas. Hanya 1 gram karbon aktif punya daerah permukaan mendekati 500 m, terutama ditentukan oleh penyerapan gas nitrogen dan termasuk jumlah porositas yang banyak. Aktivasi dilakukan khusus untuk aplikasi yang membutuhkan permukaan yang luas, selanjutnya perlakuan kimiawi dilakukan untuk mengatasi sifat penyerapan material.

Adapun cara untuk memproduksi arang karbon aktif adalah sebagai berikut :

- Reaktifitas fisik ; proses dalam precursor dikembangkan menjadi karbon aktif menggunakan gas. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan salah satu atau kombinasi proses berikut :

❖ Karbonisasi : adalah proses dimana material dengan kandungan karbon pyrolisis pada temperature 600 °C– 900° C, dalam lingkungan hampa udara (biasanya dalam atmosfer inert dengan gas seperti nitrogen atau argon).

❖ Aktifasi/ Oksidasi : proses dimana bahan baku atau material terkarbonisasi diekspose kelingkungan oksidasi (karbon dioksida, oksigen atau uap air) pada temperature diatas 250 °C biasanya berkisar antara 600 °C – 1200 °C.

- Aktivitas kimiawi : adalah metode lain yang digunakan untuk mempersiapkan aktifitas karbon. Yang melibatkan pengisian dengan bahan kimia diantaranya asam seperti asam phosphoric, atau basa seperti potassium hidroksida NaOH atau garam seperti ZnCl. Yang diikuti oleh proses karbonisasi pada temperature berkisar antara 450 °C -90 °C. Hal ini dipercaya bahwa karbonisasi dan langkah aktifasi mempercepat aktivasi kimiawi secara simultan . Teknik seperti ini dapat menemui masalah pada kasus-kasus tertentu seperti residu Zn mungkin terdapat pada hasil akhirnya. Bagaimanapun aktifasi kimiawi lebih dipilih dari pada

aktifasi fisika karena mempunyai temperature proses yang lebih rendah dan waktu yang lebih pendek dibutuhkan untuk mengaktifasi karbon. Material yang digunakan dapat berupa beberapa material yang mengandung karbon seperti batok kelapa, Kayu Akar bambu, Batu bara. Karbon aktif jenuh dapat terregenerasi oleh pemanasan.

Sifat Karbon Aktif

Satu gram karbon aktif mungkin mempunyai luas permukaan lebih dari 400 mdengan 1500 m yang siap diaktivasi. Sebagai perbandingan lapangan tennis kira-kira 260 m, karbon aerogel yang lebih mahal mempunyai permukaan yang lebih luas dan digunakan dalam aplikasi khusus.

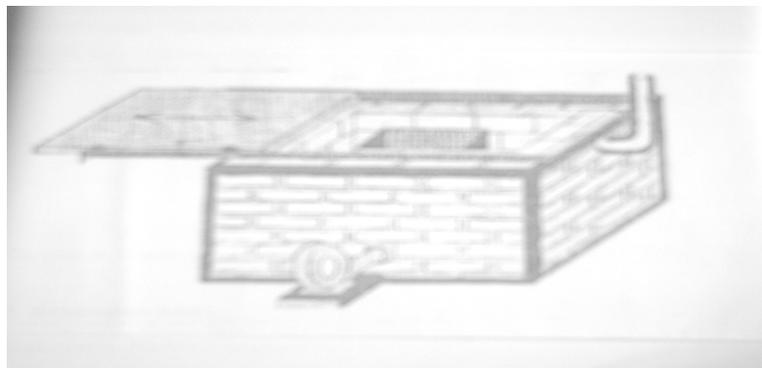
Dibawah mikroskop elektron, struktur karbon aktif seperti pita kertas yang kecil yang bergumpal bersama, tercampur dengan campuran kayu. Ada banyak jumlah kaitan dan bentangan yang luas dimana permukaan bahan rata seperti grafit berposisi parallel satu sama lainnya, dipisahkan oleh sekian nano meter. Rongga yang sangat kecil ini menyediakan kondisi untuk terjadinya absorpsi, karena bahan penyerap dapat berinteraksi dengan banyak permukaan secara simultan. Uji daya penyerapan biasanya dilakukan dengan gas nitrogen pada temperature 77 K dibawah tekanan tinggi. Namun seiring dengan waktu istilah karbon aktif sesuai dengan produk yang ekivalen dengan penyerapan air dari uap air pada 100 °C dan tekanan 1/10.000 atmosfer.

Secara fisik karbon aktif mengikat material dengan gaya vander walls khususnya gaya London dispersion.

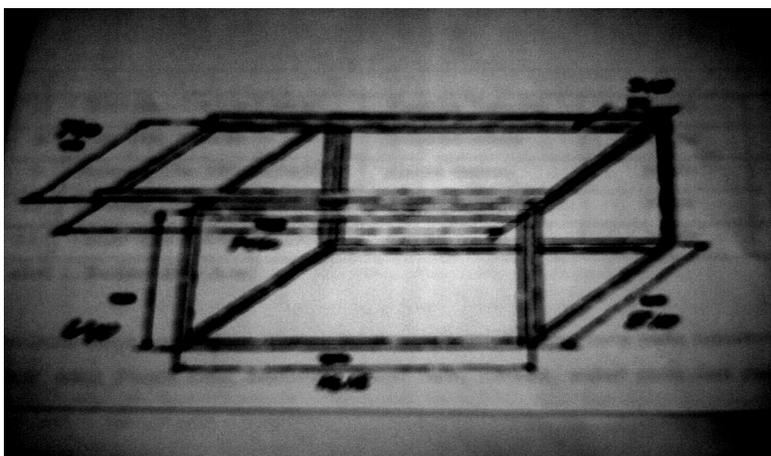
Karbon aktif tidak terikat dengan baik untuk zat kimia tertentu, termasuk lithium, alcohol, glikol, amoniak, asam dan basa kuat, logam dan hamper semua material inorganic seperti natrium, besi, timah, arsenic, flour, dan asam borak. Karbon aktif menyerap iodine dengan baik dan pada prakteknya angka iodine, mg/g 9 astm D28 standart methode test) digunakan sebagai indikasi daerah permukaan total. Karbon aktif juga dapat digunakan sebagai substrate untuk aplikasi dari beberapa aplikasi dari beberapa reaksi kimia untuk meningkatkan kapasitas penyerapan bahan inorganic dan organic yang bermasalah seperti asam sulfide, ammonia, formaldehyde dan rasa.

Metodologi yang digunakan untuk melakukan rancang bangun tungku karburasi padat ini secara eksperimen, sebagai berikut :

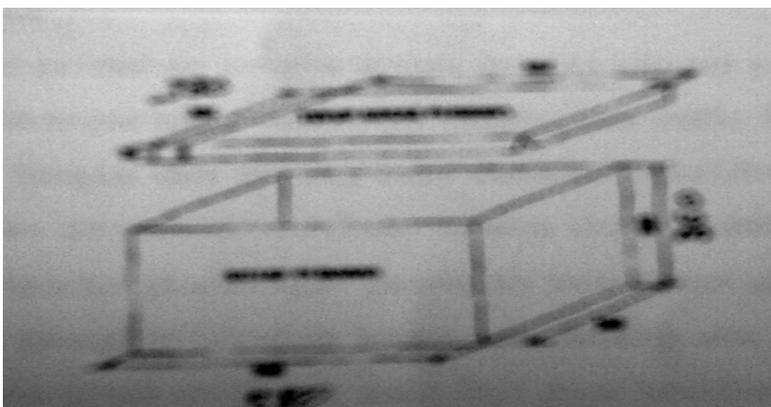
Desain Teknologi



Gambar 1. Sketsa Tungku Karburasi Padat



Gambar 2. Kerangka Tungku



Gambar 3. Kotak tempat bahan

Proses dan Hasil Analisis

Penelitian ini menggunakan multivariate seperti chi-square dan regresi dengan software SPSS versi 9.0. responden penelitian diambil 100 tukang pandai besi dari 3 daerah ungaran, semarang dan jepara, rincian lihat tabel 1.

Tabel 2. Frekwensi Perubahan yang Diharapkan

| Bahan | Potensi Perubahan | | | Jumlah |
|--------|-------------------|----|----|--------|
| Biasa | 15 | 10 | 8 | 33 |
| Sedang | 10 | 15 | 15 | 35 |
| Baik | 15 | 9 | 9 | 32 |
| | 40 | 34 | 26 | 100 |

Sumber data primer yang diolah.

Semua konstruk pada penelitian ini adalah latent variable, untuk menguji apakah sekelompok variable secara bersama-sama dan kuat merupakan sebuah dimensi dari suatu latent variable, maka diperlukan konfirmasi factor analisis model dari tiga konstruk bahan logam dengan kualitas (baik, sedang dan biasa) dengan konstruk tungku (pack

karburising dan konvensional). Hasil lengkap konfirmasi analisa data setelah diolah lihat tabel 2 (Perbedaan hasil produk)

Tabel 3. Analisa Data Pengolahan

| | Value | df | Asymp.Sig |
|------------------------------|-------|----|-----------|
| Pearson Chi-Square | 3.172 | 4 | 0.529 |
| Likelihood Ratio | 3.231 | 4 | 0.520 |
| Linear by linear Association | 0.000 | 1 | 0.983 |
| N of valid cases | 100 | | |

0 cells (0%) have expected count less than 5
The minimum expected count is 8.32

Angka-angka hasil perhitungan dengan menggunakan software SPSS dengan tingkat signifikansi sebesar 0,529 menunjukkan bahwa hipotesa nol yang menyatakan terdapat perbedaan kekerasan permukaan hasil produk diterima, jadi dengan kata lain ada perbedaan dalam perlakuan panas antara kedua tungku tersebut.

Tabel 4. Hasil analisis regresi dari potensi tungku secara lengkap

| Model | Unstandardized Coefficient | | Standardized Coefficient | t | Sign. | Collinearity Statistics | |
|--------------|----------------------------|-----------|--------------------------|---------|-------|-------------------------|-------|
| | B | Std Error | Beta | | | Tolerance | VIF |
| Constant | -.532 | .171 | | -3.104 | .003 | | |
| Pack | 7.228 | .057 | .326 | 126.169 | .000 | .808 | 1.238 |
| Carburizing | | | | | | | |
| Konvensional | 7.102 | .037 | .557 | 192.023 | .000 | .640 | 1.562 |
| Tempat | 7.133 | .052 | .375 | 137.492 | .000 | .725 | 1.380 |

Dependent variable: Bahan

Dari hasil komputer dengan perangkat lunak SPSS versi 9.0 diatas menunjukkan nilai $F = 56996,373$ lebih besar dari 4 maka H_0 dapat ditolak, jadi menerima hipotesis alternatif yang menyatakan bahwa semua variabel bebas secara serentak dan signifikan mempengaruhi variabel terikat disamping itu dikuatkan oleh koefisien determinasi (adjusted R^2) model tersebut sangat meyakinkan yaitu sebesar 0,999 mendekati angka 1 berarti hampir semua variabel bebas memberikan informasi yang dibutuhkan, kemudian hasil uji secara individual sebagaimana terlihat dari nilai t memperlihatkan bahwa semua variabel bebas signifikan mempengaruhi variabel terikat.

KESIMPULAN

Proses perlakuan panas pada tungku pack karburising adalah proses austempering dengan tahapan :

1. Austenisasi yaitu komponen logam dipanaskan pada temperatur diatas 850 dan 950°C selama 15 menit sampai 2 jam
2. Austempering setelah austenisasi komponen logam dicelup pada bak garam dalam temperatur 450 ÷ 250°C selama 30 menit ÷ 3 jam kemudian didinginkan sampai temperatur ruangan.

Dari hasil perhitungan melalui statistik chi-square dan regresi ternyata hasil produk tungku pack karburising lebih berkualitas dan permukaannya lebih keras sehingga dapat menyamai produk pabrikan.

SARAN

Melalui hasil penelitian ini diharapkan para tukang pandai besi di wilayah Jawa Tengah pada umumnya dapat menerapkan model tungku pack karburising ini atau mengaplikasikan model tungku yang dikembangkan sehingga pada akhirnya hasil produksinya lebih berkualitas, efektif dan efisien

DAFTAR PUSTAKA

1. Activated carbon, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/quaery/2006>
2. ASTM A536, Annual Book of ASTM Standard, Vol.1.02, ASTM, West Conshohocken, PA, 1999
3. ASTM A897, Annual Book of ASTM Standard, Vol.1.02, ASTM, West Conshohocken, PA, 1999
4. Bhadesia HKHD, Bainite in Steels, The Institute of Materials, 1992
5. B.H. Amstead, Sriati Djaprie, Teknologi Mekanik, Edisi ketujuh Jilid 1, Erlangga 1995
6. Carburising, http://www.matter.org.uk/steel_matter/manufacturing/surface_hardnees/2006
7. Degarmo, Materials and Processes in manufacturing, 7 Edition, Macmilan Publishing Company, New York, 2000
8. DA Porter And Easterling, Phase Transformation In Metal and Alloys, Capman and hall, Second Edition, 1993
9. Natalie Neff, Mustang Cobra Gets audited for 1999, WWARD'S Auto Word, February, 1999
10. Pack Carburising, http://www.staff.nel.ac.uk/s.j_bull/gears/sl001.htm
11. Steel Hardening Process, http://www.roymech.co.uk/useful_tabel/matter/iron_steelform/2006