

DESAIN *PROTOTYPE* TEKNOLOGI *AUTOMATIC SURFACE TREATMEN* UNTUK MENINGKATKAN KETAHANAN JALAN REL KERETA API

Willy Artha Wirawan¹, Email : willy@pengajar.ppi.ac.id

Hari Boedi Wahjono², Email : hariboedi@ppi.ac.id

Fadli Rozaq³, Email : fadli@pengajar.ppi.ac.id

^{1,2,3} Teknologi Mekanika Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan desain *prototype* alat untuk meningkatkan ketahanan jalan rel kereta api. Metode pada penelitian ini dilakukan dengan konsep teori *surface treatment*, selanjutnya digambarkan menggunakan *software solidwork* dalam bentuk desain *prototype*. Sebagai validasi desain *prototype* dilakukan penelitian awal dengan memberikan perlakuan panas pada rel kereta api dengan memanfaatkan nyala netral gas oksi-asitilen dan *quenching* secara cepat. Selanjutnya rel kereta api dilakukan uji kekerasan dan struktur mikro. Hasil uji rel diketahui terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 30 VHN dan perubahan struktur mikro martensit.

Kata Kunci: *Desain, prototype, Automatic Surface treatment.*

ABSTRACT

The research purpose is to design the prototype tool improving the resistance of the railroad tracks. The method was carried out with the concept of surface treatment theory, then described using solidwork software in the form of the prototype design. As a validation of the prototype design, preliminary research was carried out by giving heat treatment to the railroad tracks by utilizing the oxy-acetylene neutral gas flame and quenching quickly. Furthermore the railroad tracks were tested for hardness and microstructure. Rail tracks test results are known to occur an increase in the value of hardness by 30 VHN and changes in the martensitic microstructure.

Keywords: *Desain, prototype, Automatic Surface treatment.*

1 PENDAHULUAN

Setiap prasarana perkeretaapian yang meliputi jalur kereta api, bangunan dan fasilitas pengoprasian kereta api yang dioprasikan wajib memenuhi kelaikan yang dibuktikan pada pengujian prasarana sesuai dengan UU. No. 60 Tahun 2012 tentang persayaran teknis jalur kereta api. Salah satu penunjang jalan kereta api adalah adanya rel kereta api yang baik dengan beberapa ketentuan yang harus dipenuhi yaitu kekerasan kepala rel yang tidak boleh berkurang dari 240 brinell, kekuatan tarik 90 kg/mm² dan minimum pemuai 10%. (Hermanto, 2016).[1]

Batang rel merupakan baja bertekanan tinggi yang mengandung karbon, mangan dan silikon yang dibuat khusus agar dapat menahan beban berat (*axle load*) dari rangkaian kereta api yang berjalan dan berada di atasnya (Yokoyama & Hiroyasu., 2002).[2] Beberapa penggunaan batang rel yang sering dijumpai adalah tipe UIC R54 yang banyak digunakan di Indonesia. Pada tipe rel ini digunakan untuk jalur kereta api lintasan padat seperti lintas Jabodetabek dan lintas Trans Jawa.

Permasalahan yang sering muncul jalur pada rel kereta Api adalah kerusakan pada ujung rel seperti adanya keretakan, rel keriting, pengelupasan permukaan rel, keausan yang dapat mengurangi

faktor kenyamanan dan membahayakan keselamatan transportasi kereta Api. Seperti yang telah ditemukan bahwa kerusakan pada jalan rel sering diakibatkan karena beban kereta yang berlebihan, jalur lintas yang padat, kondisi lingkungan yang kurang baik, serta kualitas dari proses pabrikasi rel kereta Api seperti pada gambar 1 berikut ini



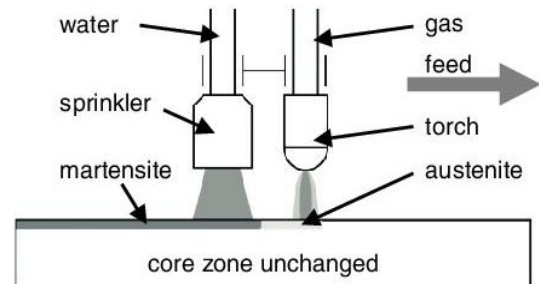
Gambar 1. Kerusakan Pada Permukaan Jalan Rel Kereta Api di Batu Raja

Dari permasalahan yang telah ditemukan maka perlu adanya inovasi teknologi untuk meningkatkan ketahanan pada jalur rel kereta Api. Pada karya ilmiah ini penulis melakukan inovasi pembuatan desain prototype alat untuk meningkatkan ketahanan jalan rel kereta api secara otomatis menggunakan metode *surface treatment* untuk mencegah terjadinya kerusakan pada jalur rel kereta Api. Keunggulan dari alat *surface treatment* ini adalah dapat berjalan sendiri meningkatkan kekerasan rel kereta Api secara otomatis dan efisien.

Perlakuan pada permukaan (*surface treatment*) digunakan untuk mendapatkan keadaan yang baik pada bagian permukaan seperti komponen bantalan, poros yang mempunyai kekerasan permukaan tinggi. Hal ini berhubungan dengan keausan dan kekuatan terhadap pembebanan. Untuk meningkatkan kekerasan permukaan dapat dilakukan dengan beberapa metode yang mudah dan efisien yaitu flame hardening (Davis, J.R., 2002) (Krauss, George., 1990). [3]

Flame hardening merupakan pengerasan dengan menggunakan pembakaran api yang berada dalam temperatur kritis kemudian didinginkan cepat

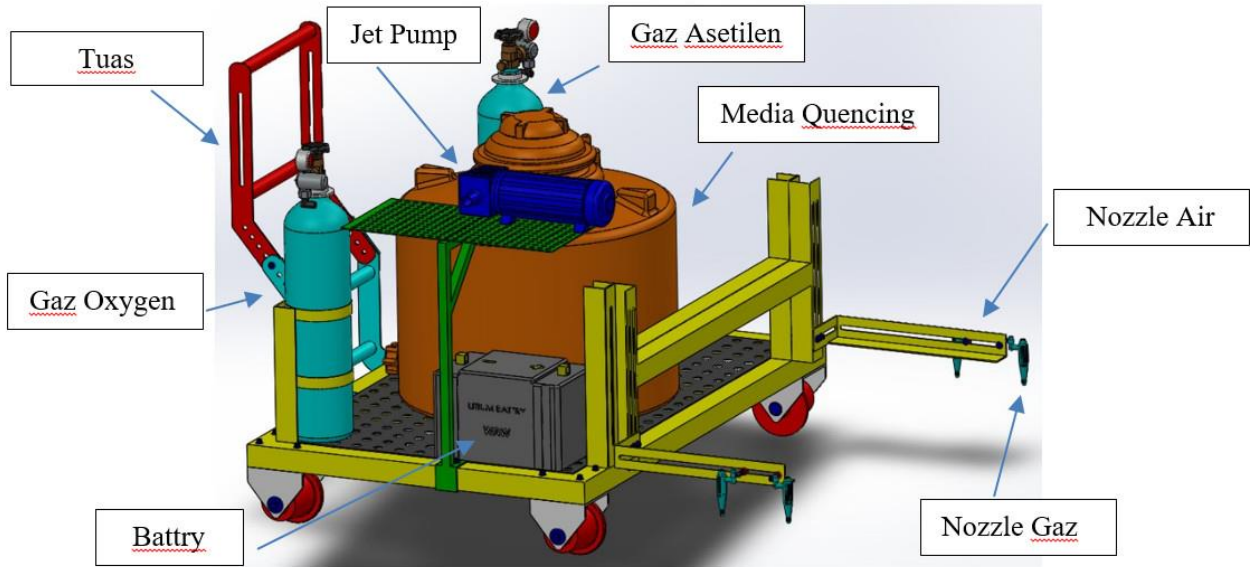
dengan air atau beberapa pendingin yang bertujuan untuk *quenching* permukaan benda kerja yang telah dilakukan pemanasan. Proses pemanasan flame biasanya menggunakan beberapa gas antara lain gas oksasi-asetilen, gas alam dan gas propana-butana. Pada pengerasan ini dapat menghasilkan permukaan keras dengan inti benda kerja yang ulet (Clark & Varney, 1962).[4]



Gambar 2. Prinsip manual flame hardening (Sumber: [Martin Feistle](#). et. al., 1977

Pengerasan dengan menggunakan metode flame gambar 2, mempunyai beberapa keuntungan antara lain peralatan dapat dibawa pada benda kerja, waktu pengerasan singkat, kedalaman pengerasan besar, pemakaian bahan bakar kecil dan penyusutan sedikit. Pada metode ini sangat cocok digunakan pada aplikasi benda kerja skala besar. Pengerasan menggunakan flame hardening dapat dilakukan secara otomatis dan manual dan aplikasinya tergantung pada operator .

Dari literature yang ada maka dapat dibuat konsep untuk meningkatkan kekerasan permukaan rel kereta api menggunakan metode automatic *surface treatment* dengan memanfaatkan gas oksasi-asetilen. Desain prototype teknologi automatic surface treatment untuk meningkatkan ketahanan pada jalan rel kereta api dapat ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini



Gambar 3. Desain prototype teknologi automatic surface treatment

2 METODE PENELITIAN

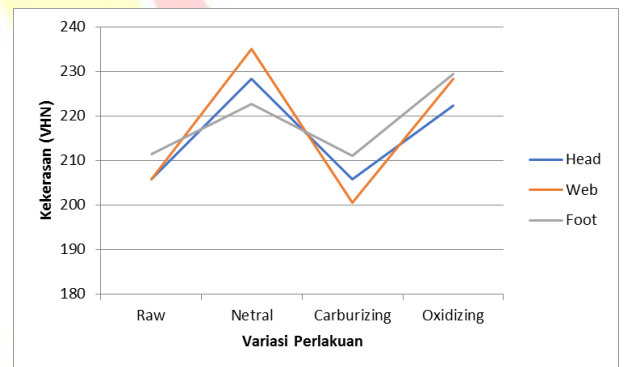
Metode pada penelitian ini dilakukan dengan konsep teori *surface treatment*, selanjutnya digambarkan menggunakan *software solidwork* dalam bentuk desain prototype. Sebagai validasi desain prototype dilakukan penelitian awal dengan memberikan perlakuan panas pada rel kereta api dengan memanfaatkan nyala netral gas oksigen-asitilen dan *quenching* secara cepat. Material yang digunakan adalah rel kereta api UIC R42 seperti gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Validasi sampel *surface treatment*

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai validasi desain prototype yang telah dibuat, penulis melakukan eksperimen dengan melakukan *surface treatment* pada rel kereta Api UIC R42 menggunakan variasi nyala temperature netral, carburizing dan oxidizing. Hasil *surface treatment* dapat ditunjukkan pada gambar 5 berikut ini

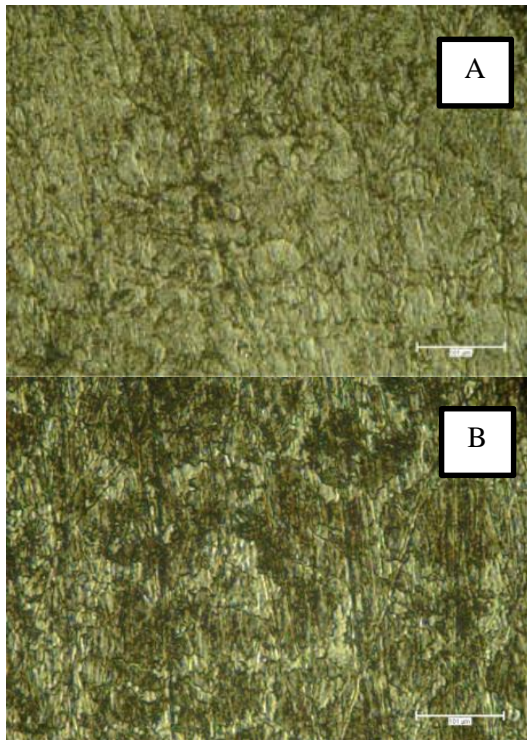


Gambar 5. Hasil Pengujian Kekerasan Rel Kereta Api

Pada gambar diatas menunjukkan grafik hasil pengujian nilai kekerasan rel kereta Api UIC R45 pada daerah Head, Web dan Foot. Dari grafik tersebut dapat diketahui terjadi peningkatan nilai kekerasan jika dibandingkan dengan rel kereta Api yang belum diberikan *surface treatment*. Sebelum diberikan perlakuan *surface treatment* rel kereta api pada daerah Web mempunyai nilai kekerasan sebesar 215 HVC, daerah Head 215 HCV dan daerah Foot sebesar 210 HVC. Setelah dilakukan *surface treatment* nilai kekerasan rel kereta Api mengalami peningkatan pada daerah Web sebesar 235 HVC, daerah Head sebesar 228 HVC dan daerah Foot sebesar 223 HVC (Pnagiotidis, Antonatos A.S., and Tsananas, G.M., 2007). [5]

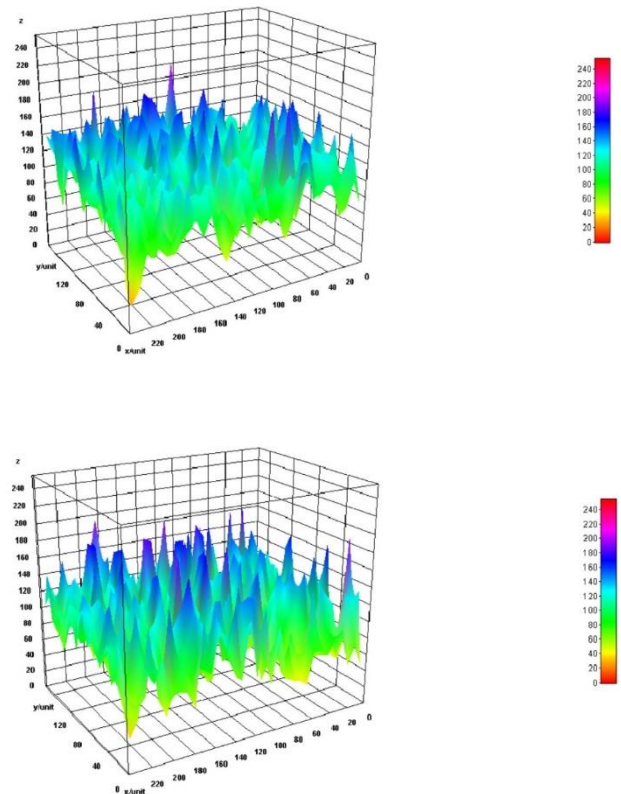
Selain nilai kekerasan yang meningkat, rel kereta api yang telah dilakukan perlakuan *surface treatment*

juga mengalami perubahan mikro struktur seperti yang terlihat pada gambar berikut ini



Gambar 6. Hasil pengujian mikrostruktur rel kereta Api (a) sebelum perlakuan (b) sesudah perlakuan

Gambar 6, diatas menunjukkan perbedaan struktur mikro yang dihasilkan pada masing-masing rel kereta api. Rel kereta api tanpa perlakuan *surface treatment* (raw material) mempunyai struktur mikro yang terdiri dari struktur ferit (terang) dan pearlit yang terlihat gelap. Sedangkan struktur mikro dengan perlakuan *surface treatment* menunjukkan kekerasan tertinggi dimana material rel membentuk struktur kristal yang baik yaitu fase martensit sehingga menjadi lebih keras. (Poshmann, Tsapowetz, Rinhover., 2009) (Vander Voort, G.F., 1984) (Totten, G.E., Howes, M.A.H., 1997) (Vander Voort, G.F., 1984).[6] Kekerasan tertinggi pada permukaan dapat menjadikan rel kereta api lebih tahan terhadap keausan akibat gesekan dengan keping roda dan bagian inti yang ulet dapat menjadikan rel tahan terhadap beban kejut. (Eko Surojo, et. al., 2009) [7]



Gambar 7. Hasil Spectrum LUV dari ImageJ (a) sebelum perlakuan (b) sesudah perlakuan

Gambar 7 merupakan grafik hasil spectrum LUV yang menunjukkan perbedaan antara rel kereta api tanpa perlakuan *surface treatment* dan dengan perlakuan *surface treatment*. Spectrum dengan perlakuan *surface treatment* dapat diketahui pertumbuhan Kristal yang lebih banyak dan tinggi spectrum sebesar 220. Sedangkan spectrum tanpa perlakuan mempunyai spectrum yang lebih sedikit dan tinggi spectrum sebesar 160. Hal ini membuktikan bahwa dengan perlakuan *surface treatment* dapat memberikan pengaruh terhadap nilai ketahanan rel kereta api UIC R42

4 KESIMPULAN

Dari hasil paparan diatas dapat diketahui bahwa adanya peningkatan kekuatan terhadap nilai kekerasan dan perubahan struktur mikro pada rel kereta Api setelah dilakukan *surface treatment*. Penggunaan alat teknologi automatic *surface treatment* ini diharapkan dapat digunakan sebagai proses perawatan jalan rel secara efisien. Desain prototype alat ini dikontrol secara otomatis sesuai dengan perkembangan teknologi terkini sehingga

dapat mempermudah proses perawatan jalan rel tanpa berjalan menyusuri track kereta Api

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh civitas akademik politeknik perkeretaapian Indonesia madiun yang telah membantu dalam proses pendanaan prototype rancang bangun ini yaitu kepada Direktur Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun dan Pusat Penelitian dan pengabdian masyarakat

REFERENSI

- [1] Hermanto, D., 2016. *Pengujian Jalur Dan Bangunan Kereta Api*. Kencana. Prenadamedia Group, Jakarta.
- [2] Yokoyama, Hiroyasu., 2002. *Development Of Hight Strength Pearlitic Seel Rail (SP Rail) With Excellent Wear And Damage Resistance*. Journal of materials processing technology 166, 111-115.
- [3] Davis, J.R., 2002. *Surface Hardening Of Steels*, New York: McGraw-Hill and Krauss, George., 1990. *Steel: Heat Treatment And Processing Principles*, Ohio: ASM International
- [4] A Clark, D. S., Varney W. R., 1962. *Physical Metallurgy For Engineering*, D. Van Nostrand Company, INC.
- [5] Pnagiotidis, Antonatos A.S., and Tsananas, G.M., 2007. *Case Depth Determination Using Vicker Micro-Hardness Test Method At TRSC/PPC SA*. Journal pf wear 273, 223-229
- [6] Poshmann, Tsapowetz, Rinhover., 2009. *Heat Treatment Process And Facility For Railway Wheel*. AFT and Werkst off Service, Totten, G.E., Howes, M.A.H., 1997, *Steel Heat Treatment Handbook*. New York: Marcel Dekker, Inc., USA. And Vander Voort, G.F., 1984. *Metallography Principle And Practice*. New York: Mc. Graw Hill Book Company.
- [7] Eko Surojo., Dody Ariawan., Muh. Nurkhozin., 2009. *Pengaruh Manual Flame Hardening Terhadap Kekerasan Hasil Tempa Baja Pegas*, Jurnal Mekanika, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Vol. 7 No. 2 I