

Pengaruh Variasi Kecepatan Gerak Benda Kerja terhadap Umur pada Proses Pembuatan Cetakan *Paving Blok* AISI 1045 *Home Industry* Menggunakan Metode *Progressive Flame Hardening*

H.C. Kis Agustin^{1,a*}, Ika Dewi Wijayanti^{2,b} dan Tomi Cahyorifandi^{3,c}

^{1,2,3}Laboratorium Metalurgi, Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya Indonesia

^akisagust@me.its.ac.id, ^bika.dewi.wijayanti@gmail.com

Abstrak

Cetakan *paving* dari logam direncanakan untuk mempermudah proses pembuatan *paving*, mengeluarkan hasil, dan mampu bekerja untuk umur tertentu. Hal tersebut perlu diperhatikan terutama pada proses produksi *paving home industry* dimana cetakan tersusun dari beberapa bagian yang dirakit. Apabila terjadi kerusakan pada salah satu bagian tersebut, maka akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas *paving* yang dihasilkan. Salah satu kerusakan berupa cekungan atau perubahan dimensi, terjadi pada dinding bagian tengah cetakan *paving home industry*. Material AISI 1045 digunakan untuk mengganti material cetakan *paving* yang kekerasannya ditingkatkan dengan melakukan *flame hardening* dimana benda kerja bergerak relatif terhadap *burner* dengan posisi sumber panas tetap. Sumber panas yang digunakan berbahan bakar *oxy-acetylene* dengan *tip size* no.2. Media pendingin yang digunakan adalah air. Jarak *burner* terhadap pendingin adalah 40 mm, sedangkan jarak *burner* terhadap benda kerja adalah 2 mm. Kecepatan gerak benda kerja divariasikan, yaitu 100 mm/min, 130 mm/min, dan 160 mm/min. Pengujian kekerasan (*Rockwell* dan *Vickers*), visual observasi, dan *road test* dilakukan terhadap spesimen *flame hardening*. Umur cetakan hasil *flame hardening* didapatkan dengan melakukan *road test*. Dari hasil *road test* yang telah dilakukan pada setiap 10.000 pembuatan produk *paving*, ditemukan penurunan ketebalan cetakan yang terjadi pada setiap 700 pembuatan produk *paving*. Dari penelitian ini didapatkan bahwa umur cetakan *paving* meningkat setelah diberikan proses *flame hardening*. Kedalaman kerusakan terbesar dijumpai pada cetakan yang telah dilakukan proses *flame hardening* yaitu 0,25 mm pada cetakan dengan kecepatan 160 mm/min, sedangkan untuk material cetakan awal (baja kapal) kedalaman kerusakan adalah 0,85 mm.

Kata kunci : *Progressive flame hardening*, AISI 1045, cetakan *paving*, keausan

Pendahuluan

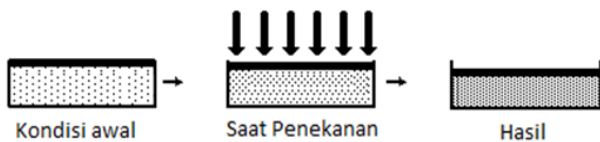
Kebutuhan *paving* semakin hari semakin meningkat seiring dengan berkembangnya perumahan dan perkantoran. Tuntutan agar sebuah jalan atau halaman tahan terhadap genangan air serta dapat diselesaikan dengan cepat menjadi alasan utama meningkatnya permintaan *paving*. *Paving* mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan aspal, dimana *paving* dapat dengan mudah dibongkar atau dipasang jika ada salah satu *paving* rusak.

Pemakaian cetakan *paving* secara terus-menerus mengakibatkan cetakan tersebut cepat rusak. Kerusakan yang sering dijumpai pada *paving home industry* yaitu adanya rongga melingkar di sekeliling dinding cetakan. Kerusakan ini menyebabkan sulitnya memisahkan *paving* dan cetakan pada saat produksi dilakukan. Hal ini mengakibatkan proses produksi menjadi lambat dan industri merugi karena harus memperbaiki bahkan mengganti cetakan terlalu sering.

Tinjauan pustaka

Pembuatan paving. Komposisi pengadukan paving yang umum dipakai adalah semen (1): pasir (11): air (5) [1]. Semua bahan dicampur menggunakan mesin pencampur. Campuran yang telah rata dituangkan ke dalam cetakan sampai penuh kemudian bahan ditekan menggunakan mesin penekan dengan tekanan sampai 1000 psi (Gambar 2). Setelah dikeluarkan dari cetakan, paving dikeraskan dengan cara disimpan pada tempat yang terkena sinar matahari dan hembusan angin. Supaya hasilnya lebih baik, dilakukan perawatan dengan penyiraman secara teratur selama 28 hari.

Proses pemadatan yang digunakan saat ini menggunakan dua macam sumber penekanan, yaitu tekanan dari beban yang di hubungkan dengan sistem pengungkit dan tekanan dari sistem hidrolik. Tekanan yang bersumber dari beban dilakukan dengan menggunakan alat pemadat manual dari tenaga manusia seperti terlihat pada Gambar 1(a). Tekanan yang bersumber dari sistem hidrolik digunakan pada alat pemadat yang lebih modern dimana tekanan dapat diatur besarnya sesuai dengan kebutuhan, bentuk dari alat ini seperti terlihat pada Gambar 1(b).



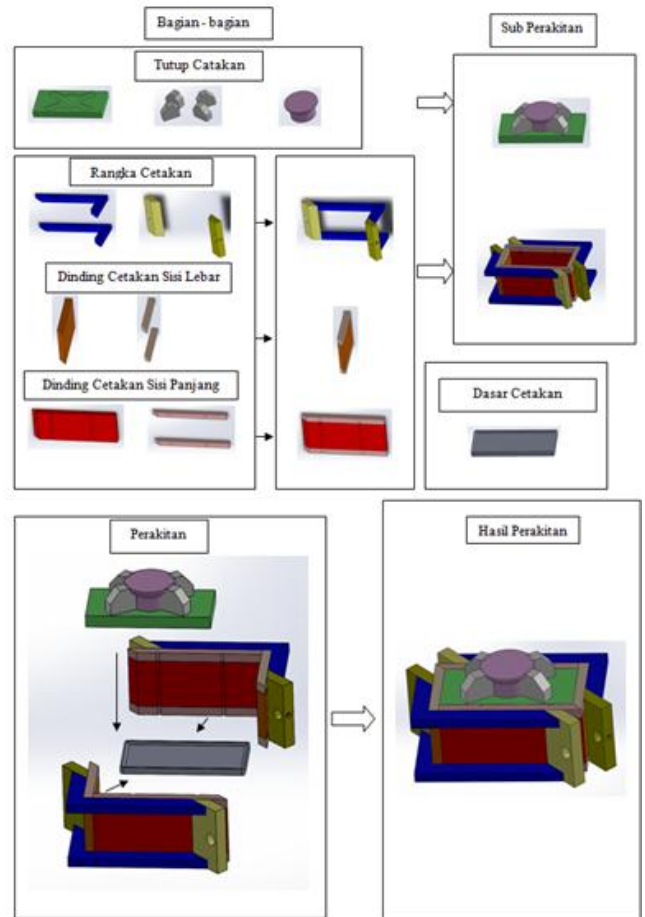
Gambar 2. Prinsip penekanan paving



Gambar 1(a). Alat pemadat manual, (b). Alat pemadat hidrolik [2]

Pemotongan bahan cetakan menggunakan OAW (Oxy-Acetylene Welding) dengan proses finishing machining. Material terlebih dahulu

dipotong menggunakan *brunder* oaw sesuai dengan dimensi yang sudah ditentukan, lalu dilakukan proses machining dan perakitan tiap-tiap bagian dari cetakan tersebut seperti terlihat pada Gambar 3.



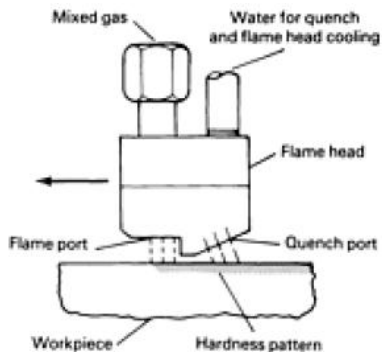
Gambar 3. Bagian dan perakitan cetakan

Progressive flame hardening pada baja.

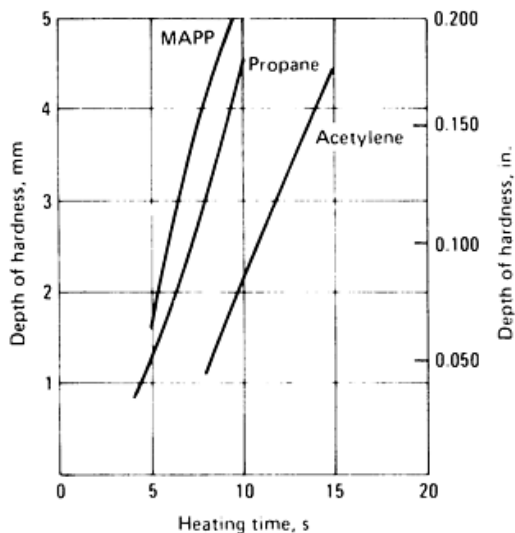
Pada metode *progressive hardening*, proses pemanasan dilakukan dengan kondisi burner dan pendingin bergerak relatif terhadap benda kerja searah satu sumbu seperti terlihat pada Gambar 4. Kecepatan gerak benda kerja relatif lambat, yaitu sekitar 48 mm/min sampai dengan 300 mm/min (2 in/min sampai dengan 12 in/min) dimana jumlah burner menyesuaikan ukuran dan lebar benda kerja [3]. Setelah mencapai suhu yang diinginkan, benda kerja disemprot dengan air yang terletak di bawah burner.

Kedalaman pengerasan yang dapat dicapai oleh *progressive flame hardening* bervariasi dari 0,79 mm hingga 6,35 mm [3], tergantung pada besarnya intensitas pemanasan yang ditentukan oleh jarak permukaan benda kerja terhadap burner, lama waktu pemanasan,

kecepatan gerak dari benda kerja, jarak antara *burner* dan pendingin, serta bahan bakar yang digunakan, seperti pada Gambar 5.



Gambar 4. Metode *progressive flame hardening* [3]

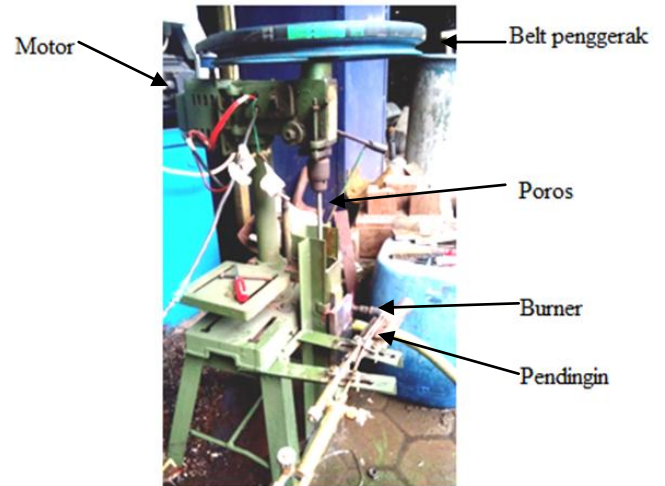


Gambar 5. Diagram waktu pemanasan pada kedalaman kekerasan [3]

Metodologi

Mesin *flame hardening*. Proses *flame hardening* pada mesin ini terbalik arah geraknya. Jika pada mesin *flame hardening* konvensional posisi *burner* dan pendingin bergerak relatif terhadap benda kerja, maka pada mesin ini benda kerja yang bergerak *relatif* terhadap *burner* dan pendingin (Gambar 6).

Material AISI 1045. Baja AISI 1045 yang digunakan sebagai bahan cetakan memiliki nilai kekerasan sebesar 200 HV dengan komposisi seperti pada Tabel 1.



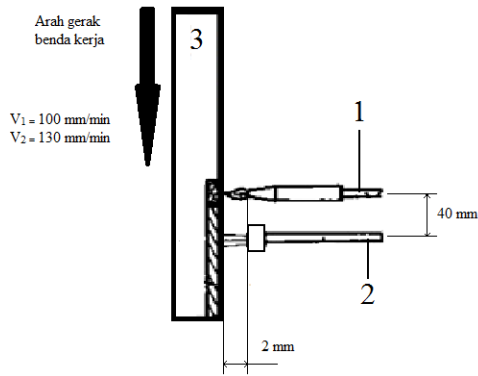
Gambar 6. Mesin *Flame Hardening*

Tabel 1. Komposisi AISI 1045 [4]

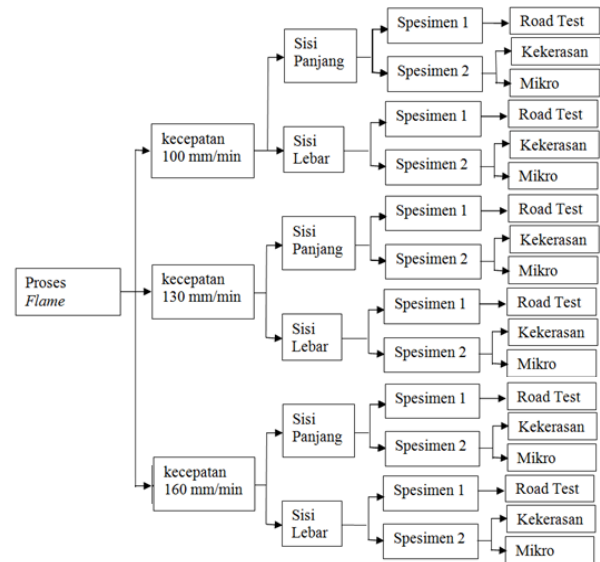
Unsur Paduan	(%)
Carbon	0,43-0,50
Magnesium	0,60-0,90
Sulfur	0,05
Phosphor	0,04

Variabel *flame hardening*. Pengerasan permukaan dengan metode *progressive flame hadening* menggunakan sumber panas tetap dan benda kerja bergerak relatif terhadap *burner*. Bahan bakar *burner* adalah *oxy-acetylene* dengan tip size no.2 dengan media pendingin air. Jarak *burner* dan pendingin adalah 40 mm, sedangkan jarak *burner* dan benda kerja adalah 2 mm (Gambar 7). Variasi kecepatan yang digunakan ada tiga, yaitu 100 mm/min, 130 mm/min, dan 160 mm/min. Variasi ini bertujuan untuk memberikan efek pemanasan yang berbeda pada benda kerja. Semakin besar kecepatan benda kerja, maka semakin sedikit efek pemanasan yang diterima. Sebaliknya, jika semakin kecil kecepatan gerak benda kerja, maka semakin besar efek panas yang diterima, sehingga proses *flame hardening* dapat memenuhi target kedalaman kekerasan yang mencapai 3 mm.

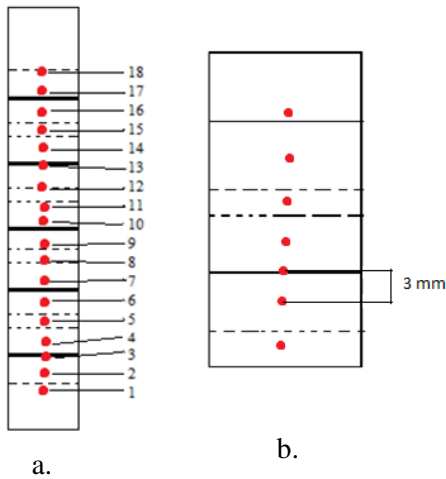
Desain eksperimen. Lokasi pengambilan data uji kekerasan dan kedalaman kekerasan sesuai dengan titik indentasi pada Gambar 8 dan 9. *Flowchart* proses *flame hardening* pada spesimen dapat dilihat pada Gambar 10.



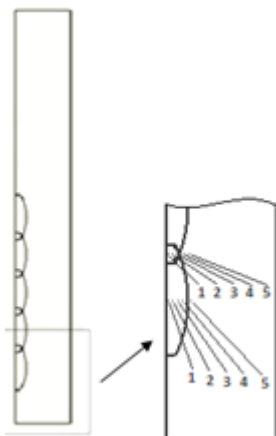
Gambar 7. Posisi burner (1), nozel pendingin (2), dan benda kerja (3), pada proses flame hardening



Gambar 10. Flowchart proses flame hardening



Gambar 8. Lokasi pengujian kekerasan permukaan (a) arah ketebalan dan (b) arah penampang



Gambar 9. Lokasi pengujian kedalaman kekerasan

Hasil dan diskusi

Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi kekerasan permukaan spesimen arah penampang pada sisi panjang dan sisi lebar dengan kecepatan 100 mm/min, 130 mm/min, dan 160 mm/min (Gambar 9 (b)). Pada kecepatan yang lebih rendah, kekerasan spesimen yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan kekerasan spesimen yang dihasilkan pada kecepatan lebih tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah pemanasan yang diterima spesimen lebih banyak pada kecepatan lebih rendah sehingga jumlah austenit yang terbentuk juga menjadi lebih banyak. Saat didinginkan, austenit tersebut dapat berubah menjadi martensit yang menghasilkan kekerasan tinggi pada spesimen.

Tabel 2. Rekapitulasi kekerasan permukaan arah penampang

Spesimen	Kekerasan Tertinggi (VHN)
Sisi panjang kecepatan 100 mm/min	434
Sisi panjang kecepatan 130 mm/min	402
Sisi panjang kecepatan 160 mm/min	327
Sisi lebar kecepatan 100 mm/min	498
Sisi lebar kecepatan 130 mm/min	412
Sisi lebar kecepatan 160 mm/min	286
Logam awal	160

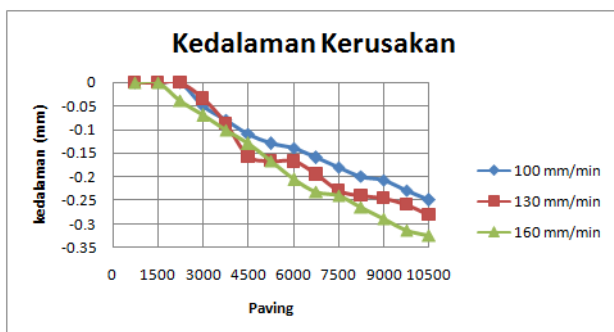
Pada Tabel 3 dapat dilihat rekapitulasi kekerasan permukaan arah ketebalan pada spesimen. Kekerasan permukaan pada sisi panjang

lebih tinggi dibandingkan pada sisi lebar karena luas permukaan berpengaruh terhadap proses pemanasan dan pendinginan. Permukaan pemanasan yang lebih lebar akan mengalami pendinginan lebih cepat. Semakin cepat spesimen mengalami pendinginan, maka martensit yang terbentuk akan semakin banyak sehingga kekerasanyang dihasilkan menjadi lebih tinggi.

Tabel 3. Rekapitulasi kekerasan permukaan arah ketebalan

Spesimen	Kekerasan Tertinggi (VHN)
Sisi panjang kecepatan 100 mm/min	441
Sisi panjang kecepatan 130 mm/min	345
Sisi panjang kecepatan 160 mm/min	265
Sisi lebar kecepatan 100 mm/min	423
Sisi lebar kecepatan 130 mm/min	391
Sisi lebar kecepatan 160 mm/min	276
Logam awal	160

Spesimen yang sudah dikeraskan kemudian dibuat menjadi cetakan *paving*, Cetakan ini digunakan untuk memproduksi *paving* sampai dengan 10.000 produk. Hasil pengujian yang didapatkan adalah nilai kedalaman keausan cetakan. Pengukuran kedalaman keausan dilakukan pada sisi panjang dan sisi lebar. Tujuan dari *road test* ini adalah untuk mengetahui nilai kedalaman keausan tiap harinya selama digunakan dan *road test* dihentikan setelah tercapai 10.000 produk *paving*.



Gambar 11. Grafik kedalaman keausan per produk yang dihasilkan

Dari Gambar 11 terlihat bahwa kedalaman keausan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah hari pemakaian. Kedalaman keausan pada cetakan dengan kecepatan 160 mm/min paling tinggi dibanding dengan kecepatan lainnya. Hal

tersebut dikarenakan kecepatan 160 mm/min memiliki kekerasan dan kedalaman kekerasan paling rendah.

Kesimpulan

Peningkatan kekerasan sebesar 149% dari material awal didapatkan setelah proses *flame hardening*, yaitu pada spesimen dengan kecepatan 100 mm/min dan nilai kekerasan sebesar 498 HV. *Test road* sebanyak 10.000 kali menunjukkan bahwa kerusakan terdalam yang terjadi adalah 0.33 mm pada cetakan dengan kecepatan 160 mm/min. Perlu dipelajari tentang penekanan lebih lanjut untuk meminimalkan terjadinya keausan cekungan.

Referensi

- [1] ICPI. Case study in Engineered Interlocking Concrete Pavement: Hong Kong International Airport. Interlocking Concrete Pavement Institute and Interpave. (2004).
- Referensi buku:
- [2] Information on <http://www.hotfrog.co.id>
- [3] Wiryosumarto, H., Okumura, T. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Pradnya Pramita. 2000.
- [4] Avner, Sidney H, Introduction To Physical Metallurgy, Second Edition, Mc Graw. Hill International Book Company, Tokyo, 1982.