

DEVELOPMENT OF A MULTIPLE MARKING SYSTEM ON SHOELAST: AN EFFICIENT AND ADAPTIVE SOLUTION FOR MULTI-DESIGN PRODUCTION

PENGEMBANGAN SISTEM MULTIPLE MARKING PADA SHOELAST: SOLUSI EFISIEN DAN ADAPTIF UNTUK PRODUKSI MULTI-DESAIN

Umi Ramadhanti ¹, Nunik Purwaningsih ^{1*}

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Produk Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta
Indonesia

* Corresponding author: nunikpurwa@atk.ac.id

Abstract:

The lasting process in the footwear industry is essential for ensuring the accuracy and symmetry of upper placement on the shoelast, which directly affects the final shape and quality of the shoe. In many footwear industries, shoelasts are used without placement guides, leading operators to rely on visual estimation. This condition reduces accuracy, increases defects, and lowers efficiency, particularly when a single shoelast is used for multiple designs. This study aims to develop an adaptive and easily implemented multiple marking system on shoelasts to support various women's footwear designs. The research combines needs analysis through observation of the lasting process with experimental testing of marking creation and application. Markings were designed based on upper dimensions, distinguished by color for each design, and applied using durable yet non-permanent acrylic markers. Testing on two shoe articles (A and B) evaluated upper-position accuracy, lasting time, and operator responses. Results indicate that the multiple marking system significantly improves accuracy in upper placement and reduces lasting time from 8–10 minutes to 5–7 minutes. Operators reported clearer guidance and easier adaptation. Limited production trials further showed defect reduction for article A from 18% to 10% and for article B from 28% to 8%. Overall, the study demonstrates that an adaptive multiple marking system on the shoelast is an effective and economical method to enhance accuracy, improve lasting performance, reduce defects, and maintain flexibility for multi-design footwear production.

Keywords: multiple marking, shoelast, accuracy, lasting, effective, adaptive

Intisari:

Proses *lasting* pada industri alas kaki memiliki peran penting dalam memastikan posisi upper presisi dan simetris pada *shoelast*, sehingga kualitas bentuk akhir sepatu dapat terjaga. Pada banyak industri alas kaki, *shoelast* belum dilengkapi tanda penempatan *upper*, sehingga operator mengandalkan perkiraan visual. Hal ini menyebabkan *upper* tidak presisi, meningkatnya produk cacat, dan menurunnya efisiensi, terutama saat memproduksi desain baru atau ketika satu shoelast digunakan untuk beberapa model. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem *multiple marking* pada shoelast yang bersifat adaptif, mudah

diterapkan, dan dapat mengakomodasi berbagai desain sepatu wanita. Penelitian menggunakan metode analisis kebutuhan melalui observasi proses *lasting*, diikuti eksperimen pembuatan dan penerapan *marking*. *Marking* dirancang berdasarkan dimensi *upper*, dibedakan menurut desain menggunakan warna berbeda, dan dibuat menggunakan spidol akrilik yang bersifat tahan lama namun tidak permanen. Pengujian dilakukan pada dua artikel sepatu (A dan B), mencakup akurasi posisi *upper*, waktu *lasting*, serta respon operator. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan *multiple marking* meningkatkan presisi penempatan *upper*, menurunkan waktu *lasting* dari 8 sampai dengan 10 menit menjadi 5 sampai dengan 7 menit, serta mendapat respon positif dari operator. Implementasi pengujian pada skala produksi terbatas menghasilkan penurunan defect pada sepatu artikel A dari 18% menjadi 10% dan pada artikel B dari 28% menjadi 8%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem *multiple marking* merupakan solusi efektif, adaptif, dan ekonomis untuk mendukung produksi multi-desain, meningkatkan akurasi proses *lasting*, mengurangi defect, serta menjaga fleksibilitas penggunaan *shoelast*.

Kata kunci: *multiple marking*, *shoelast*, akurasi, *lasting*, efektif, adaptif

Pendahuluan

Industri alas kaki merupakan salah satu sektor manufaktur yang berkembang pesat dan sangat kompetitif. Persaingan pasar menuntut produsen untuk mampu menghasilkan produk dengan variasi desain yang beragam, tanpa mengorbankan efisiensi dan kualitas produksi. Proses pembuatan sepatu secara umum meliputi beberapa tahapan utama, mulai dari *cutting*, *stitching*, *lasting*, hingga *assembling* [1] [2]. Pada tahap *lasting*, yaitu proses penarikan dan pembentukan *upper* sepatu agar sesuai dengan bentuk acuan sepatu atau *shoelast*, ketelitian menjadi faktor kunci. Tahap ini berfungsi untuk memastikan bahwa bentuk *upper* terpasang dengan tepat dan simetris pada *shoelast* sebelum dilanjutkan ke tahap *assembling*, di mana komponen sepatu seperti *sole*, *insole*, dan bagian-bagian lainnya disatukan menjadi satu kesatuan produk. Keakuratan pada proses *lasting* dan *assembling* sangat menentukan hasil akhir bentuk sepatu, kenyamanan pemakai, serta penampilan produk secara keseluruhan [3]. Pada pembuatan sepatu, *shoelast* memerlukan penambahan tanda atau *marking* yang berfungsi sebagai acuan dalam penempatan *upper* selama proses *lasting*. Keberadaan *marking* tersebut penting untuk memastikan posisi *upper* tetap presisi, simetris, serta sesuai dengan desain sepatu yang diinginkan [4].

Dalam praktik di lapangan, kerap ditemui *shoelast* yang digunakan pada bagian produksi belum memiliki tanda (*marking*) khusus sebagai panduan bagi operator untuk menempatkan *upper* sepatu dengan tepat. Operator sering kali mengandalkan perkiraan visual atau pengalaman pribadi ketika menempatkan *upper* pada *shoelast*, terutama pada awal produksi suatu desain baru.

Ketiadaan tanda panduan ini berdampak pada ketidaktepatan posisi *upper* selama proses *lasting*. Kesalahan kecil pada posisi awal dapat menyebabkan bentuk *upper* menjadi tidak simetris antara sepatu kanan dan kiri, atau tidak sesuai dengan desain yang diharapkan. Produk dengan cacat bentuk seperti ini umumnya tidak lolos tahap pemeriksaan kualitas (*quality control*), sehingga meningkatkan jumlah produk gagal dan menurunkan efisiensi produksi. Walaupun tingkat kesalahan cenderung berkurang seiring dengan meningkatnya pengalaman operator dalam menangani desain tertentu, masalah yang sama akan kembali muncul ketika

model atau desain baru mulai diproduksi. Dengan demikian, proses adaptasi berulang ini menyebabkan penurunan produktivitas dan potensi pemborosan sumber daya.

Saat ini di beberapa industri alas kaki khususnya pada industri sepatu wanita dengan model yang bervariasi, satu buah *shoelast* sering digunakan untuk memproduksi lebih dari satu desain. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya dan mengurangi kebutuhan pembuatan *shoelast* baru untuk setiap desain. Namun, kondisi ini menimbulkan tantangan tersendiri pada proses *lasting*.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan adanya sistem penanda atau *marking* pada *shoelast* yang dapat berfungsi sebagai pedoman bagi operator *lasting* dalam menempatkan *upper* secara akurat dan konsisten. Sistem *marking* ini diharapkan dapat membantu menjaga keseragaman hasil, mempercepat proses penyesuaian operator terhadap desain baru, serta mengurangi tingkat kesalahan penempatan *upper*.

Namun, karena satu *shoelast* digunakan untuk lebih dari satu desain sepatu, maka sistem *marking* yang dikembangkan harus mampu mengakomodasi berbagai pola atau posisi penempatan *upper* sesuai dengan setiap desain yang berbeda. Di sisi lain, mengingat variasi desain sepatu dapat berkembang dari waktu ke waktu, sistem *marking* tersebut harus bersifat tidak permanen, agar mudah disesuaikan dengan perubahan desain tanpa perlu membuat *shoelast* baru.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem *multiple marking* pada *shoelast* sebagai solusi efisien dan adaptif bagi industri alas kaki, khususnya dalam menghadapi kebutuhan produksi multi-desain. Sistem ini diharapkan dapat menjadi inovasi yang mendukung peningkatan akurasi proses *lasting*, efisiensi waktu produksi, serta fleksibilitas dalam pengelolaan variasi desain sepatu.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas acuan sepatu (*shoelast*), pita ukur, *upper* sepatu, *bottom* sepatu yaitu sol (*sole*), spidol akrilik (*acrylic marker*), dan sampel produk artikel A dan artikel B. *Shoelast* atau acuan sepatu merupakan objek utama penelitian. *Shoelast* yang digunakan adalah *shoelast* dengan hak 3 cm, terbuat dari bahan plastik keras yang umum digunakan di industri alas kaki. Gambar 1 merupakan *shoelast* yang digunakan. Satu *shoelast* digunakan untuk beberapa desain sepatu wanita dengan bentuk dasar yang sama. *Upper* dan *bottom* dari dua model desain, yaitu artikel A dan artikel B digunakan untuk pengujian, masing-masing sebanyak dua pasang. *Upper* sepatu digunakan dalam tahap uji coba untuk menilai ketepatan posisi terhadap *shoelast*. *Sole* digunakan untuk memastikan hasil *lasting* sesuai dengan bentuk akhir sepatu. Sampel produk digunakan sebagai acuan dalam identifikasi ukuran *upper*.



Gambar 1. Acuan sepatu

Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini terdiri atas dua pendekatan utama, yaitu analisis dan percobaan (eksperimen). Pendekatan analisis dilakukan untuk mengidentifikasi dan merumuskan secara spesifik kebutuhan pengguna, dalam hal ini adalah operator pada proses *lasting*. Tahap analisis mencakup pengamatan langsung terhadap proses kerja, identifikasi permasalahan yang dihadapi operator, serta penentuan parameter teknis yang dibutuhkan untuk pengembangan sistem *multiple marking* pada *shoelast*.

Selanjutnya, dilakukan percobaan untuk menguji efektivitas solusi yang diusulkan. Tahap ini melibatkan pembuatan dan penerapan sistem *marking* sesuai hasil analisis, kemudian dilakukan pengujian terhadap beberapa skenario penggunaan guna menilai tingkat akurasi, kemudahan penerapan, serta efisiensi proses produksi yang dihasilkan. Melalui kombinasi antara analisis kebutuhan dan pengujian eksperimental, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem *multiple marking* yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan lapangan serta memberikan peningkatan nyata pada kualitas dan efisiensi proses *lasting* di industri alas kaki.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Observasi

Observasi dilakukan di salah satu industri sepatu wanita yang menjadi lokasi studi kasus penelitian ini. Tujuan observasi adalah untuk memahami kondisi aktual proses *lasting* dan *assembling*, serta untuk mengidentifikasi kebutuhan spesifik dalam penerapan sistem *multiple marking* pada *shoelast*. Dari hasil pengamatan, diketahui informasi sebagai berikut:

1. Proses *lasting* dilakukan secara manual.
Seluruh proses *lasting* masih mengandalkan keterampilan operator tanpa bantuan sistem penanda atau alat bantu visual. Operator menempatkan *upper* pada *shoelast* berdasarkan perkiraan visual dan pengalaman, terutama saat memproduksi artikel baru. Hal ini menyebabkan variasi posisi *upper* antar pasang sepatu cukup signifikan, terutama pada tahap awal produksi.
2. Jumlah *shoelast* dan variasi desain.
Pada lokasi studi kasus terdapat 60 pasang *shoelast* yang digunakan untuk tiga desain sepatu berbeda, sehingga setiap desain memanfaatkan 20 pasang *shoelast*. Kondisi ini menunjukkan bahwa satu set *shoelast* sering kali digunakan bergantian untuk beberapa model atau desain sepatu yang memiliki bentuk dasar serupa.

3. Perkembangan desain sepatu.

Desain yang diproduksi mengalami perubahan dan penambahan secara periodik. Pada setiap proses produksi dengan desain sepatu yang baru, operator harus melakukan penyesuaian ulang posisi *upper* pada *shoelast* tanpa adanya panduan yang jelas. Hal ini menyebabkan risiko kesalahan posisi kembali meningkat.

4. Ketidakkonsistenan hasil produksi

Akibat tidak adanya tanda penempatan yang pasti, ditemukan bahwa hasil *lasting* pada beberapa pasang sepatu menunjukkan ketidaksimetrisan antara sepatu kanan dan kiri. Hal ini berdampak pada bentuk akhir sepatu yang kurang proporsional serta menurunkan tingkat kelulusan pada tahap *quality control*.

Hasil observasi ini menjadi dasar untuk merumuskan kebutuhan sistem penanda (*marking*) yang dapat membantu operator dalam menempatkan *upper* secara akurat dan konsisten pada setiap proses *lasting*.

Kebutuhan Sistem Multiple Marking

Berdasarkan hasil observasi dapat dirumuskan beberapa kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh sistem *multiple marking* yang akan dikembangkan, yaitu:

1. Setiap pasang *shoelast* harus memiliki tanda (*marking*) yang berfungsi sebagai panduan. Tanda ini menjadi acuan bagi operator dalam menentukan posisi *upper* secara tepat pada saat proses *lasting* maupun *assembling*. Keberadaan tanda akan membantu menjaga kekonsistenan posisi antar pasang sepatu dan mengurangi kesalahan akibat perkiraan visual.
2. *Shoelast* harus dapat digunakan untuk lebih dari satu desain sepatu. Oleh karena satu *shoelast* digunakan untuk beberapa artikel berbeda, maka pada permukaannya dapat terdapat lebih dari satu tanda. Setiap tanda perlu memiliki pembeda visual, seperti warna atau bentuk garis, agar operator dapat mengenali tanda yang sesuai dengan desain sepatu yang sedang diproduksi.
3. *Marking* bersifat tahan lama namun tidak permanen. Karena desain sepatu dapat berubah dari waktu ke waktu, tanda pada *shoelast* perlu dibuat dari bahan yang awet tetapi dapat dihapus atau diubah dengan mudah. Hal ini penting agar tanda dapat diperbarui tanpa merusak permukaan *shoelast*.
4. *Marking* tidak boleh merusak *shoelast* maupun *upper*. Bahan dan metode penandaan harus aman bagi permukaan *shoelast* dan tidak meninggalkan bekas yang dapat mempengaruhi tampilan atau bentuk *upper*. Oleh karena itu, sistem *marking* sebaiknya menggunakan bahan dengan daya rekat moderat dan sifat non-abrasif.

Penerapan *multiple marking* pada *shoelast* dapat dijelaskan melalui prinsip dasar *locator* dalam sistem pemosisian benda kerja. Dalam teori pemosisian, *locator* berfungsi sebagai titik acuan yang memastikan benda kerja ditempatkan secara tepat dan berulang, sehingga operator tidak bergantung pada perkiraan visual [5]. Adanya acuan yang jelas membantu mencegah penyimpangan posisi. Selain itu, penggunaan lebih dari satu penanda pada satu objek sejalan dengan konsep sistem pemosisian fleksibel, yang memanfaatkan beberapa *locator* untuk memungkinkan satu peralatan digunakan pada berbagai variasi produk [6]. Pembeda visual antar penanda membantu operator memilih penanda yang tepat sesuai desain yang diproduksi. Dengan demikian, konsep *multiple marking* pada *shoelast* dapat dipahami sebagai penerapan

flexible locator system dan secara teoretis merupakan pendekatan yang efisien serta adaptif untuk produksi multi-desain pada industri alas kaki.

Rancangan Sistem Multiple Marking

Dari identifikasi kebutuhan kemudian dirancang sistem *multiple marking* yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Rancangan ini mencakup beberapa aspek penting yaitu posisi, warna, serta pemilihan bahan dan teknik pembuatan marking yang sesuai dengan karakteristik *shoelast* dan kondisi kerja.

Pada studi kasus yang dibahas, setiap *shoelast* diberikan sejumlah set *marking* yang masing-masing set mewakili jenis artikel sepatu berbeda. Dengan demikian, satu *shoelast* dapat digunakan secara bergantian untuk lebih dari satu desain tanpa perlu membuat acuan baru.

1. Penentuan posisi marking.

Tanda dibuat berdasarkan ukuran *upper* sampel produk dari bagian Development. Variabel yang diukur terdiri atas panjang *upper*, panjang sisi dalam, dan panjang sisi luar. Panjang *upper* diukur dari *toecap* hingga *top line upper*. Posisi tanda pada *shoelast* disesuaikan dengan dimensi ini agar *upper* dapat ditarik dengan presisi saat proses *lasting* berlangsung.

2. Pembedaan warna marking antar desain.

Untuk memudahkan identifikasi di lapangan, setiap set tanda dibedakan dengan warna yang kontras, misalnya warna merah untuk desain A dan warna hitam untuk desain B. Pembedaan warna ini akan membantu operator dalam mengenali tanda dengan cepat, terutama saat pergantian artikel produksi. Warna berperan penting dalam berbagai aspek yang memengaruhi proses pencarian visual. Sebagai cara pengkodean yang paling langsung dan efisien, informasi warna biasanya menjadi hal pertama yang diperhatikan oleh pengguna [7].

3. Bahan dan teknik pembuatan tanda.

Tanda dibuat menggunakan spidol akrilik (*acrylic marker*). *Acrylic marker* merupakan jenis spidol yang menggunakan tinta berbasis cat akrilik, yaitu campuran polimer akrilik dalam medium air, untuk menghasilkan goresan yang pekat, tahan lama, dan memiliki warna yang kuat. Secara umum, bahan pengikat pada cat akrilik tersusun dari kopolimer akrilik yang diperoleh melalui proses polimerisasi emulsi. Struktur polimer ini memengaruhi interaksi cat dengan air maupun senyawa volatil, yang berperan dalam menentukan stabilitas dan daya tahannya [8]. Sistem emulsi tersebut memberikan sifat lapisan cat yang baik, seperti daya rekat yang kuat, fleksibilitas, serta ketahanan terhadap gesekan dan kelembapan setelah tinta mengering [9]. Dalam formulasi *acrylic marker*, pigmen warna terdispersi dalam emulsi polimer akrilik bersama dengan bahan tambahan seperti surfaktan, pengental, dan zat penstabil. Kombinasi ini menghasilkan tinta dengan kekentalan yang sesuai untuk mengalir melalui ujung spidol sekaligus membentuk lapisan yang padat setelah kering [10]. Secara aplikatif, *acrylic marker* menggabungkan keunggulan cat akrilik seperti daya tutup tinggi dan ketahanan terhadap air, dalam bentuk yang praktis dan mudah digunakan, sehingga banyak dimanfaatkan dalam kegiatan seni, kerajinan, dekorasi permukaan keras, dan berbagai kebutuhan industri kreatif yang membutuhkan presisi serta kualitas warna yang baik.

Pemilihan alat ini didasarkan pada beberapa pertimbangan praktis, yaitu:

- a. Spidol akrilik mudah diperoleh dan murah, sehingga dapat digunakan langsung di area produksi tanpa memerlukan peralatan khusus.

- b. Memiliki variasi warna yang beragam, dengan sedikitnya lima pilihan warna berbeda yang memungkinkan perbedaan antar desain.
- c. Proses penerapan cepat dan fleksibel, karena operator atau teknisi dapat langsung menambahkan atau memperbarui tanda sesuai kebutuhan desain baru.
- d. Dapat dihapus dengan pelarut ringan, seperti alkohol, sehingga tanda bersifat semi permanen dan dapat diubah tanpa merusak permukaan *shoelast*.

Dalam praktiknya, warna hijau dan kuning tidak digunakan karena kurang kontras dengan warna dasar *shoelast* yang juga berwarna hijau. Warna yang paling efektif untuk digunakan adalah merah, hitam, dan biru, karena memberikan kontras visual yang tinggi [11] sehingga bisa dengan cepat dikenali oleh mata manusia [12], dalam hal ini operator saat proses *lasting* berlangsung.

Uji Coba, Implementasi, dan Evaluasi

Dalam uji coba awal, sebagai sampel digunakan 2 produk dengan desain berbeda, yaitu sepatu artikel A dan artikel B yang telah dan sedang diproduksi. Beberapa parameter yang diamati dan diukur adalah sebagai berikut:

- a. Akurasi bentuk dan posisi *upper* antara sepatu kanan dan kiri pada hasil akhir sepatu
- b. Waktu yang diperlukan untuk melakukan proses *lasting*
- c. Respon operator terhadap kemudahan penggunaan sistem *marking*.

Tampilan sepatu artikel A ditampilkan pada Gambar 2, sedangkan Gambar 3 merupakan sepatu artikel B. Kedua artikel tersebut mempunyai desain yang mirip. Meskipun terdapat perbedaan pada ukuran detilnya, namun bentuk dasarnya sama, dan dibuat menggunakan acuan yang sama.



Gambar 2. Tampilan Sepatu Artikel A, (a) Tampak Atas, (b) Tampak Sisi Samping



Gambar 3. Tampilan Sepatu Artikel B, (a) Tampak Perspektif, (b) Tampak Sisi Samping

Tahapan uji coba adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran *upper* dan penentuan posisi *marking*.

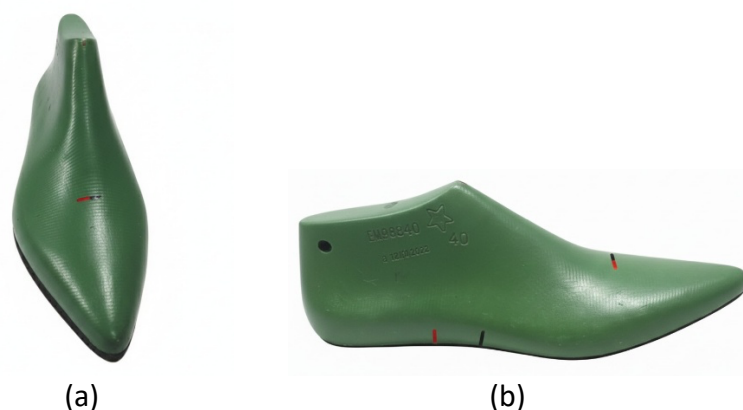
Yang diukur adalah panjang *upper* dari ujung sepatu hingga *topline* pada punggung kaki, dan panjang *upper* bagian samping yang terdiri atas sisi dalam (*in*) dan sisi luar (*out*). Di bagian *topline*, panjang *upper* dari ujung sepatu hingga punggung kaki artikel A dan B sama. Sedangkan di sisi *in* dan *out*, terdapat perbedaan ukuran antara sepatu artikel A dan artikel B. Posisi *upper* artikel A lebih dekat dengan *heel* sedangkan artikel B sedikit lebih ke depan (ke arah ujung sepatu). Tabel 1 merupakan data ukuran *upper* sepatu artikel A dan artikel B.

Tabel 1. Ukuran *Upper* Artikel A dan B

Artikel sepatu	Ukuran dari ujung sepatu (cm)		
	Topline	Sisi dalam	Sisi luar
A	9	21,5	22
B	9	19,5	20

2. Proses *marking*.

Satu buah *shoelast* diberikan *marking* untuk 2 buah artikel sekaligus, menggunakan spidol akrilik warna merah dan hitam. Warna merah untuk *marking* artikel A dan warna hitam untuk *marking* artikel B. Posisi *marking* adalah di bagian *topline*, sisi *in*, dan sisi *out*. Karena ukuran *upper* artikel A dan artikel B di bagian *topline* sama, diperlukan 2 *marking* berbeda pada posisi yang sama. Hal ini diaplikasikan dengan memberikan tanda berupa garis bersegmen, tiap segmen berbeda warna. Sedangkan di sisi *in* dan *out*, posisi *marking* berbeda. Hasil *marking* ditunjukkan pada Gambar 4. Untuk memastikan ketepatan posisi, hasil *marking* diperiksa oleh bagian *pattern maker* dan operator *lasting*.



Gambar 4. *Marking* pada *shoelast*, (a) Tampak Atas, (b) Tampak Sisi Samping

3. Proses *lasting* dan *assembling*.

Proses *lasting* dan *assembling* dilakukan oleh dua orang responden yaitu operator yang berpengalaman di bagian tersebut, setelah sebelumnya diberikan pengarahan mengenai fungsi dan penggunaan *marking* pada *shoelast*. Waktu *lasting* dicatat untuk perbandingan

dengan *lasting* menggunakan *shoelast* tanpa *marking*. Pada proses *lasting* menggunakan *shoelast* tanpa *marking*, diperlukan waktu antara 8 sampai dengan 10 menit untuk setiap pasang. Sedangkan dengan menggunakan *shoelast* yang ada *marking*nya, proses *lasting* setiap pasang sepatu memerlukan waktu 5 sampai dengan 7 menit. Hal tersebut menunjukkan terjadi penurunan waktu proses sekitar 33%. Jumlah produk yang dihasilkan untuk uji coba adalah 4 pasang sepatu, terdiri atas 2 pasang artikel A dan 2 pasang artikel B. Dari evaluasi terhadap hasil akhir, diketahui bahwa posisi *upper* presisi untuk semua sepatu tersebut.

4. Pengukuran variabel kualitatif.

Variabel kualitatif yang diukur adalah penilaian dari operator dan kepala produksi sebagai pengguna, dengan hasil sebagai berikut:

- a) Sistem *multiple marking* pada *shoelast* mudah dipahami dan diterapkan oleh operator sesuai dengan fungsi yang diharapkan
- b) Tingkat percaya diri operator meningkat dengan adanya garis panduan dalam menempatkan *upper* sesuai dengan desain
- c) Pemeriksaan hasil *lasting* oleh kepala produksi lebih mudah dilakukan karena terdapat referensi visual yang lebih jelas
- d) Proses pemberian maupun modifikasi *marking* pada *shoelast* bisa dilakukan relatif mudah dengan alat yang sederhana dan mudah didapatkan
- e) Responsif terhadap kebutuhan produksi. Sistem mampu menyesuaikan perubahan kebutuhan produksi, misal perubahan model *upper*.

Respon tersebut memperlihatkan bahwa implementasi *multiple marking* pada *shoelast* memberikan berbagai dampak positif.

Berdasarkan temuan awal yang menunjukkan kecenderungan hasil yang baik, langkah berikutnya adalah melakukan uji coba pada skala yang lebih besar. Pada tahap ini sistem diimplementasikan secara langsung di bagian produksi dan dievaluasi sehingga efektivitas, efisiensi, dan keandalan sistem dalam kondisi operasional yang sebenarnya dapat diuji.

Salah satu variabel yang dicatat adalah jumlah *defect upper* tidak presisi. Sebagai perbandingan, digunakan data jumlah produk cacat (*defect*) kesalahan posisi *upper* dari produksi selama tiga bulan yaitu Desember 2024 sampai dengan Februari 2025. Pada periode produksi tersebut, proses *lasting* dilaksanakan dengan menggunakan *shoelast* tanpa *marking*. Sebagai sampel dipilih dua artikel sepatu yaitu artikel A dan artikel B. Data tersebut ditampilkan pada Tabel 2, yang memperlihatkan bahwa persentase *upper* tidak presisi untuk sepatu artikel A adalah 18% dan sepatu artikel B mencapai 28%.

Tabel 2. Data Cacat Produksi pada Proses Lasting Tanpa Marking (Des 2024–Feb 2025)

Artikel Sepatu	Jumlah Produksi	Defect <i>Upper</i> Tidak Presisi	
		Jumlah	Persentase
A	1.340	235	18%
B	80	22	28%

Pengujian implementasi sistem *multiple marking* di bagian produksi dilakukan selama lima hari, dengan jumlah total sepatu artikel A adalah 60 pasang dan artikel B sebanyak 40 pasang.

Pengamatan dan evaluasi dilakukan terhadap proses *lasting* dan tingkat presisi *upper* yang dihasilkan. Hasil evaluasi ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Cacat Produksi pada Proses Lasting dengan Multiple Marking (Uji Coba Produksi)

Artikel Sepatu	Jumlah Produksi	Defect <i>Upper</i> Tidak Presisi	
		Jumlah	Persentase
A	60	6	10%
B	40	3	8%

Dibandingkan dengan data pada Tabel 2, terdapat penurunan jumlah *defect upper* tidak presisi. *Defect* artikel A mengalami penurunan dari angka 18% menjadi 10%, sedangkan *defect* artikel B mengalami penurunan dari 28% menjadi 8%. Hal tersebut merupakan indikasi bahwa implementasi *multiple marking* pada *shoelast* merupakan solusi yang efektif dalam meningkatkan akurasi penempatan *upper* pada proses *lasting*.

Variabel lain yang diukur adalah waktu *lasting*. Dengan menggunakan *multiple marking shoelast*, rerata waktu yang diperlukan operator untuk melakukan *lasting* satu pasang sepatu adalah 5 sampai dengan 7 menit. Waktu tersebut lebih cepat dibandingkan proses *lasting* tanpa marking pada *shoelast*, yang membutuhkan 8 sampai dengan 10 menit untuk menyelesaikan satu pasang sepatu. Bisa disimpulkan bahwa selain efektif, sistem *marking* juga meningkatkan efisiensi waktu *lasting*.

Sifat tanda yang tidak permanen membuat *shoelast* tetap dapat digunakan untuk desain lain di masa mendatang tanpa perlu modifikasi besar. Secara keseluruhan, penerapan sistem *multiple marking* terbukti merupakan solusi yang efektif dan adaptif bagi produksi multi-desain di industri alas kaki, selaras dengan tujuan utama penelitian ini.

Kesimpulan

Sistem *multiple marking* dengan media spidol akrilik merupakan metode penandaan yang sederhana, ekonomis, namun efektif, serta tetap memenuhi kriteria utama yaitu tahan lama, tidak merusak *shoelast*, dan dapat disesuaikan dengan perubahan desain baru secara cepat. Implementasi sistem *multiple marking* ini menghasilkan *shoelast* yang lebih fungsional, fleksibel, dan mudah diadaptasi terhadap perubahan desain baru. Proses *lasting* menjadi lebih cepat dan akurat karena operator memiliki panduan visual yang jelas. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, terutama terkait implementasi sistem yang dilakukan dalam skala produksi terbatas sehingga performanya pada produksi massal dengan variabilitas operator yang lebih tinggi belum dapat dipastikan. Selain itu juga belum dikaji penerapan sistem *multiple marking* pada berbagai jenis material *shoelast* yang memiliki karakteristik berbeda. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji coba pada skala produksi lebih besar dengan melibatkan lebih banyak operator untuk mengevaluasi konsistensi performa sistem *multiple marking* dalam kondisi variabilitas keterampilan kerja yang lebih tinggi. Selain itu, perlu dilakukan analisis penerapan sistem *marking* pada beragam material *shoelast* guna menilai pengaruh sifat permukaannya terhadap kejelasan dan ketahanan *marking* selama proses *lasting*.

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT. Nuansa Baru Indonesia atas dukungan, fasilitas, dan kesempatan yang diberikan selama proses pengumpulan data dan observasi, mulai bagian development sampai dengan lini produksi. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh tim yang telah membantu menyediakan informasi teknis serta memberi masukan berharga sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Terima kasih kepada semua pihak yang mendukung dan berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] L. C. Nhan and A. Chawalit Jeenanunta, "Production planning and scheduling for safety shoe manufacturing," Art. no. 315826, 2022, Accessed: Nov. 18, 2025. [Online]. Available: https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:315826.
- [2] G. Oliver, P. Gil, J. F. Gomez, and F. Torres, "Towards footwear manufacturing 4.0: shoe sole robotic grasping in assembling operations," *Int J Adv Manuf Technol*, vol. 114, no. 3, pp. 811–827, May 2021, doi: 10.1007/s00170-021-06697-0.
- [3] K. Wrześniowska, "Shoe Last Customization: A Systematic Review.," *International Journal of Engineering & Technology Innovation*, vol. 13, no. 3, p. 230, July 2023, doi: 10.46604/ijeti.2023.11348.
- [4] F. Ahmed, M. A. Sufian, M. Rahaman, and H. Dewan, "Analysis of Rejection Data in the Lasting Section of the Footwear Industry," *Australian Journal of Engineering and Innovative Technology*, Mar. 2023, doi: 10.34104/ajeit.023.035057.
- [5] A. Y. C. Nee, K. Whybrew, and A. S. kumar, *Advanced Fixture Design for FMS*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [6] I. Boyle, Y. Rong, and D. C. Brown, "A review and analysis of current computer-aided fixture design approaches," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 27, no. 1, pp. 1–12, Feb. 2011, doi: 10.1016/j.rcim.2010.05.008.
- [7] M. Zhang, Y. Gong, R. Deng, and S. Zhang, "The effect of color coding and layout coding on users' visual search on mobile map navigation icons," *Front. Psychol.*, vol. 13, Dec. 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.1040533.
- [8] A. Iscen, N. C. Forero-Martinez, O. Valsson, and K. Kremer, "Acrylic Paints: An Atomistic View of Polymer Structure and Effects of Environmental Pollutants," *J. Phys. Chem. B*, vol. 125, no. 38, pp. 10854–10865, Sept. 2021, doi: 10.1021/acs.jpcb.1c05188.
- [9] B. Ibrahim, Z. Helwani, A. Wiranata, I. Fadhilah, J. Miharyono, and N. -, "Properties of Emulsion Paints with Binders Based on Natural Latex Grafting Styrene and Methyl Methacrylate," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 24, p. 12802, Jan. 2022, doi: 10.3390/app122412802.
- [10] T. Fardi, V. Pintus, E. Kampasakali, E. Pavlidou, M. Schreiner, and G. Kyriacou, "Analytical characterization of artist's paint systems based on emulsion polymers and synthetic organic pigments," *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 135, pp. 231–241, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.jaap.2018.09.001.

p-ISSN : 1411-7703

e-ISSN : 2746-2625

- [11] H. Wang, D. Tao, S. Liu, T. Zhou, and X. Qu, "Application of colour combinations on visual search tasks under vibration environments," *The Journal of Navigation*, vol. 74, no. 2, pp. 311–327, Mar. 2021, doi: 10.1017/S0373463320000533.
- [12] C. G. Healey, K. S. Booth, and J. T. Enns, "High-speed visual estimation using preattentive processing," *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, vol. 3, no. 2, pp. 107–135, June 1996, doi: 10.1145/230562.230563.