E-ISSN: 3025-0994
Halaman 5921-5932
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

Evaluasi Mesin High Speed Nail Menggunakan Overall Equipment Effectiveness Dan Six Big Losses

Muhammad Adlfar Ridlo Maulana[1], Indra Dwi Febryanto[2]

[1,2] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia
e-mail: adfar870@gmail.com ; indra@unipasby.ac.id

Abstrak

Mesin berkecepatan tinggi membutuhkan pengukuran kinerja yang mampu memisahkan kehilangan waktu, kecepatan, dan kualitas agar tindakan perbaikan tidak hanya didasarkan pada jumlah output. Penelitian ini bertujuan mengukur efektivitas mesin High Speed Nail, mengidentifikasi kerugian dominan, serta merumuskan prioritas peningkatan kinerja pada perusahaan paku. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan studi kasus pada satu mesin selama 20 hari kerja pada Maret 2026. Data diperoleh melalui observasi, wawancara dengan kepala produksi, teknisi, dan operator, serta dokumentasi waktu produksi, waktu henti, keluaran, kecepatan ideal, dan produk cacat. Analisis dilakukan menggunakan tiga komponen overall equipment effectiveness dan enam kelompok kerugian produksi. Hasil menunjukkan rata-rata ketersediaan 84,86 persen, efisiensi performa 88,97 persen, tingkat kualitas 96,64 persen, dan efektivitas keseluruhan 72,97 persen. Nilai tersebut berada 12,03 poin persentase di bawah acuan kelas dunia 85 persen. Reduced speed losses sebesar 899 menit dan setup and adjustment losses sebesar 678 menit menyumbang 59,37 persen dari seluruh waktu kerugian yang teridentifikasi. Sebanyak 12.160 produk cacat terdiri atas 25,04 persen cacat awal dan 74,96 persen cacat selama produksi. Penelitian menyimpulkan bahwa peningkatan mesin harus mengintegrasikan pengurangan waktu setup, pengendalian kecepatan, pemeliharaan berbasis kondisi, dan pengendalian mutu proses. Implikasinya, perusahaan perlu membangun pencatatan kerugian berbasis kejadian dan mengevaluasi efektivitas secara berkala.

Kata Kunci: Efektivitas Peralatan; Mesin Paku; Pemeliharaan Produktif; Setup; Six Big Losses

Abstract

High-speed machinery requires performance measurement that separates time, speed, and quality losses so that improvement decisions are not based solely on output quantity. This study aimed to measure the effectiveness of a High Speed Nail machine, identify dominant losses, and formulate performance-improvement priorities in a nail manufacturing company. A descriptive quantitative case study was conducted on one machine during 20 working days in

March 2026. Data were collected through direct observation, interviews with the production head, technician, and operators, and documentation of scheduled time, downtime, output, ideal speed, and defective products. The analysis applied the three components of overall equipment effectiveness and the six major production losses. The results show average availability of 84.86 percent, performance efficiency of 88.97 percent, quality rate of 96.64 percent, and overall effectiveness of 72.97 percent. This value is 12.03 percentage points below the commonly used world-class benchmark of 85 percent. Reduced speed losses of 899 minutes and setup and adjustment losses of 678 minutes account for 59.37 percent of all identified loss time. The 12,160 defective units comprise 25.04 percent start-up rejects and 74.96 percent production rejects. The study concludes that machine improvement should integrate setup reduction, speed control, condition-based maintenance, and in-process quality control. Practically, the company should establish event-based loss recording and conduct periodic effectiveness reviews to sustain improvement.

Keywords: Equipment Effectiveness; High-Speed Machine; Maintenance; Setup Loss; Six Big Losses

LATAR BELAKANG

Industri manufaktur berbasis volume tidak hanya membutuhkan mesin berkapasitas tinggi, tetapi juga kemampuan menjaga waktu operasi, kecepatan, dan mutu secara bersamaan. Mesin High Speed Nail mengubah kawat baja menjadi paku melalui pengumpanan, pemotongan, pembentukan kepala, dan pembentukan ujung pada kecepatan tinggi. Karakter ini membuat gangguan singkat dapat menimbulkan kehilangan output yang besar, sedangkan keausan dies, slip feeder, getaran, dan variasi material dapat menurunkan kecepatan atau menghasilkan cacat. Karena itu, penilaian kinerja yang hanya membandingkan output aktual dan target tidak cukup untuk menjelaskan lokasi kerugian. Overall equipment effectiveness menyediakan ukuran gabungan atas availability, performance, dan quality serta menghubungkannya dengan enam kelompok kerugian produksi (Corrales et al., 2020; Tayal et al., 2021).

Literatur terbaru menunjukkan bahwa overall equipment effectiveness telah berkembang dari indikator pelaporan menjadi alat diagnosis dan pengambilan keputusan. Analisis yang menggabungkan data produksi, klasifikasi downtime, kondisi siklus, dan jenis cacat dapat mengarahkan preventive maintenance, optimasi parameter, dan pelatihan operator secara lebih tepat (Dobra & Jósvai, 2021; Luisi et al., 2023; Val et al., 2026). Pemantauan yang hanya menghasilkan satu nilai agregat berisiko menyembunyikan trade-off; peningkatan kecepatan dapat menambah cacat, sedangkan pemeliharaan yang tidak terencana dapat mengurangi availability. Oleh sebab itu, nilai efektivitas perlu dibaca bersama struktur losses dan konteks operasi mesin.

Pada perusahaan paku yang diteliti, mesin High Speed Nail memiliki peran kritis karena menentukan kontinuitas output utama. Pergantian ukuran paku membutuhkan penggantian dies, penyetelan feeder dan cutter, serta verifikasi produk awal. Proses tersebut belum sepenuhnya distandardisasi dan sangat bergantung pada pengalaman operator. Selain itu,

catatan operasional menunjukkan adanya kerusakan komponen, penghentian singkat, penurunan kecepatan, serta produk cacat berupa paku bengkok, kepala tidak simetris, dan ujung kurang runcing. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan untuk mengetahui bukan hanya apakah mesin belum efektif, tetapi bagaimana setiap jenis kerugian membentuk kesenjangan kinerja.

Penelitian terdahulu telah menerapkan overall equipment effectiveness pada industri otomotif, pangan, kemasan, semen, dan stamping serta menunjukkan bahwa sumber kerugian berbeda menurut karakter teknologi dan proses (Soltanali et al., 2021; Zehra et al., 2024; Nugroho et al., 2024; Purba et al., 2024; Widyanti & Utomo, 2026). Kajian setup menunjukkan bahwa standardisasi dan pemisahan aktivitas internal-eksternal dapat menurunkan waktu changeover secara bermakna (Şahin & Koloğlu, 2022; Susanto & Putra, 2024; Sumasto et al., 2025). Namun, bukti empiris pada mesin pembentuk paku berkecepatan tinggi masih terbatas, terutama penelitian yang menghubungkan pola harian, komposisi downtime, kehilangan kecepatan, startup reject, production reject, dan skenario dampak perbaikan dalam satu kerangka.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menjawab empat pertanyaan: berapa tingkat availability, performance, quality, dan efektivitas mesin; kerugian mana yang dominan; bagaimana interaksi kerugian waktu, kecepatan, dan kualitas menjelaskan kesenjangan terhadap benchmark; serta tindakan apa yang harus diprioritaskan. Tujuan penelitian adalah menghitung efektivitas mesin, menganalisis variasi harian, menyusun prioritas Six Big Losses, dan merumuskan peta jalan perbaikan. Kontribusi ilmiahnya terletak pada pembacaan terintegrasi antara struktur loss dan pola operasional mesin High Speed Nail. Kontribusi praktisnya adalah dasar kuantitatif untuk standardisasi setup, pemeliharaan, pengendalian kecepatan, dan pengendalian mutu.

METODE

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain studi kasus pada satu unit mesin High Speed Nail di perusahaan manufaktur paku. Mesin dipilih karena memiliki utilisasi tinggi dan berperan langsung terhadap pencapaian target produksi. Periode pengamatan berlangsung pada 2–31 Maret 2026 selama 20 hari kerja. Kegiatan produksi dihentikan pada 18–24 Maret untuk perawatan berkala sehingga periode tersebut tidak dimasukkan sebagai hari observasi. Setiap hari memiliki waktu produksi terencana 480 menit, sehingga total planned production time adalah 9.600 menit.

Data primer diperoleh melalui observasi proses produksi dan setup, pencatatan kondisi mesin, serta wawancara kepada satu kepala produksi, satu teknisi, dan dua operator. Data sekunder berasal dari laporan produksi, catatan downtime dan maintenance, total output, produk cacat, startup reject, production reject, operating time, dan ideal cycle time. Data dikelompokkan ke dalam planned production time, downtime, operating time, total output, good product, defect product, dan ideal cycle time. Penyebab downtime diklasifikasikan menjadi equipment failure, setup and adjustment, serta idling and minor stoppages.

Availability dihitung sebagai rasio operating time terhadap planned production time; performance sebagai rasio waktu teoritis untuk menghasilkan output aktual terhadap operating time; quality sebagai rasio produk baik terhadap total output; dan overall equipment

effectiveness sebagai perkalian ketiganya. Six Big Losses dianalisis melalui waktu equipment failure, setup and adjustment, idling and minor stoppages, reduced speed, process defect, dan reduced yield. Hasil disajikan melalui statistik deskriptif, perbandingan dengan benchmark 85 persen, proporsi kerugian, analisis hari terbaik dan terburuk, serta skenario deterministik perbaikan. Skenario tidak diperlakukan sebagai hasil implementasi, tetapi sebagai estimasi dampak apabila faktor lain tetap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsistensi Data dan Tingkat Efektivitas Mesin

Selama 20 hari pengamatan, mesin memiliki planned production time 9.600 menit. Total downtime mencapai 1.453 menit sehingga operating time menjadi 8.147 menit. Mesin menghasilkan 362.400 unit, terdiri atas 350.240 produk baik dan 12.160 produk cacat, dengan ideal cycle time 0,02 menit per unit. Berdasarkan data tersebut, availability mencapai 84,86 persen, performance 88,97 persen, quality 96,64 persen, dan overall equipment effectiveness 72,97 persen. Perkalian ketiga komponen menghasilkan nilai 72,96 persen, sehingga rekapitulasi konsisten setelah pembulatan.

Tabel 1. Ringkasan data operasi dan efektivitas mesin

Indikator	Nilai	Rumus operasional	Makna
Planned production time	9.600 menit	20 hari × 480 menit	Waktu yang dijadwalkan untuk produksi
Downtime	1.453 menit	Failure + setup + minor stoppages	15,14% waktu terencana hilang
Operating time	8.147 menit	9.600 − 1.453	Waktu aktual mesin beroperasi
Total output	362.400 unit	Akumulasi output harian	Basis performance dan quality
Produk baik	350.240 unit	Output − produk cacat	Output yang memenuhi standar
Availability	84,86%	8.147 ÷ 9.600	Ketersediaan menjadi komponen terendah
Performance	88,97%	(362.400 × 0,02) ÷ 8.147	Mesin belum mempertahankan kecepatan ideal
Quality	96,64%	350.240 ÷ 362.400	Mayoritas produk sesuai standar
Overall effectiveness	72,97%	A × P × Q	Belum mencapai benchmark 85%

Sumber: Data penelitian diolah (2026).

Kesenjangan terhadap benchmark 85 persen adalah 12,03 poin persentase. Nilai ini tidak dapat ditutup hanya dengan memperbaiki satu komponen kecil karena overall equipment effectiveness bersifat multiplikatif. Quality yang relatif tinggi tidak mampu mengompensasi availability dan performance yang lebih rendah. Temuan ini sejalan dengan Soltanali et al. (2021) dan Val et al. (2026), yang menekankan bahwa nilai agregat harus dibaca sebagai kombinasi kehilangan waktu, cycle time, dan cacat. Mesin berada pada tingkat operasional menengah: kapasitas dasar tersedia, tetapi masih terdapat ruang perbaikan substansial sebelum mendekati kelas dunia.

Variasi Harian dan Mekanisme Pembentukan Nilai OEE

Nilai harian relatif stabil tetapi konsisten berada di bawah benchmark. Overall equipment effectiveness terendah terjadi pada 28 Maret sebesar 71,58 persen, ketika downtime mencapai 82 menit dan produk cacat 670 unit. Nilai tertinggi terjadi pada 7 Maret sebesar 74,25 persen, ketika downtime hanya 65 menit dan produk cacat 580 unit. Menariknya, performance pada 28 Maret mencapai 89,70 persen, lebih tinggi daripada performance pada hari terbaik sebesar 88,67 persen. Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan tidak dapat menggantikan waktu operasi yang hilang dan kualitas yang memburuk. Upaya mengejar output dengan menaikkan kecepatan setelah downtime berpotensi menciptakan trade-off baru.

Tabel 2. Statistik deskriptif komponen efektivitas harian

Indikator	Rata-rata	Minimum	Maksimum	Simpangan baku	Koefisien variasi
Availability	84,87%	82,92%	86,46%	1,00	1,18%
Performance	88,97%	88,54%	89,70%	0,30	0,34%
Quality	96,64%	96,25%	96,89%	0,17	0,18%
OEE	72,97%	71,58%	74,25%	0,77	1,05%

Availability memiliki variasi relatif terbesar di antara tiga komponen. Secara eksploratif, perubahan availability hampir searah dengan perubahan overall equipment effectiveness karena operating time merupakan penyebut kapasitas aktual yang tersedia untuk menghasilkan produk. Quality juga bergerak searah, sedangkan performance cenderung meningkat pada beberapa hari dengan downtime tinggi. Hubungan tersebut bukan bukti kausal karena jumlah pengamatan hanya 20 hari dan formula OEE secara matematis menghubungkan komponennya. Namun, pola ini memperingatkan perusahaan agar tidak menggunakan percepatan mesin sebagai respons tunggal setelah terjadi waktu henti.

Availability dan Struktur Downtime

Downtime 1.453 menit terdiri atas setup and adjustment 678 menit, equipment failure 458 menit, serta idling and minor stoppages 317 menit. Setup menyumbang 46,66 persen dari seluruh downtime, equipment failure 31,52 persen, dan minor stoppages 21,82 persen. Dengan demikian, rendahnya availability terutama bukan akibat satu kerusakan besar, tetapi kombinasi changeover yang panjang, kegagalan komponen, dan interupsi singkat. Struktur ini penting karena setiap loss memerlukan intervensi berbeda.

Tabel 3. Komposisi downtime mesin High Speed Nail

Jenis downtime	Waktu	Proporsi downtime	Penyebab operasional	Prioritas tindakan
Setup and adjustment	678 menit	46,66%	Penggantian dies, feeder, cutter, dan verifikasi awal	Standardisasi setup dan persiapan eksternal
Equipment failure	458 menit	31,52%	Keausan dies, bearing, feeder, dan transmisi	Preventive dan condition-based maintenance
Idling and minor stoppages	317 menit	21,82%	Kawat macet/putus dan penyesuaian ringan	Pencatatan mikrostop dan respons cepat
Total	1.453 menit	100,00%	Kehilangan availability	Program terpadu

Sumber: Data penelitian diolah (2026).

Dominasi setup mendukung penerapan prinsip Single Minute Exchange of Dies. Perbaikan tidak harus dimulai dari investasi otomatisasi, tetapi dari pemisahan aktivitas yang hanya dapat dilakukan ketika mesin berhenti dan aktivitas yang dapat disiapkan sebelumnya. Dies, alat ukur, bahan, kunci, dan parameter produk perlu tersedia sebelum shutdown; posisi feeder dan cutter dapat menggunakan tanda referensi; serta first-piece approval harus memiliki kriteria baku. Şahin dan Koloğlu (2022), Susanto dan Putra (2024), serta Sumasto et al. (2025) menunjukkan bahwa konversi aktivitas internal menjadi eksternal dapat mengurangi changeover secara substansial. Pada mesin High Speed Nail, standardisasi juga mengurangi variasi antaroperator yang ditemukan melalui wawancara.

Equipment failure tidak boleh diperlakukan sebagai loss terpisah dari setup dan speed. Dies dan feeder yang aus dapat memperpanjang setup, menurunkan kecepatan, dan meningkatkan defect secara bersamaan. Maulana et al. (2024) dan Lisboa et al. (2021) menekankan pentingnya data kondisi mesin untuk mengalihkan pemeliharaan dari respons reaktif menuju keputusan berbasis kondisi. Perusahaan perlu membangun histori komponen yang memuat waktu pemasangan, jumlah siklus, jenis kerusakan, mean time between failures, mean time to repair, dan tanda kondisi seperti getaran, temperatur, atau slip.

Performance dan Reduced Speed Losses

Performance rata-rata 88,97 persen menunjukkan bahwa 8.147 menit operating time hanya menghasilkan waktu teoritis produktif 7.248 menit. Selisih 899 menit diklasifikasikan sebagai reduced speed losses dan menjadi waktu kerugian terbesar. Wawancara menunjukkan bahwa operator menurunkan kecepatan ketika dies mulai aus, feeder mengalami slip, atau getaran meningkat agar proses tetap stabil. Keputusan tersebut rasional dari sisi keselamatan proses, tetapi menandakan bahwa kondisi mesin belum mampu mempertahankan target cycle time.

Reduced speed bukan sekadar masalah disiplin operator. Apabila target kecepatan dipaksakan tanpa memastikan kondisi dies, feeder, alignment, pelumasan, dan material, quality dapat menurun. Stabilitas sistem pengumpanan juga menentukan konsistensi aliran

material pada mesin berkecepatan tinggi (Pratiwi et al., 2025). Dobra dan Jósvai (2021) menunjukkan manfaat analisis hibrida antara data dan pengetahuan manusia, sedangkan Dobra dan Jósvai (2023) menekankan peluang prediksi OEE dari data historis. Pada perusahaan paku, pencatatan cycle time aktual, alasan penurunan speed, dan kondisi komponen perlu dilakukan per kejadian. Data tersebut memungkinkan perusahaan membedakan speed loss yang disebabkan oleh mesin, material, metode, atau keputusan operator.

Quality, Startup Reject, dan Production Reject

Quality rate 96,64 persen berasal dari 12.160 produk cacat atau 3,36 persen total output. Startup reject berjumlah 3.045 unit atau 25,04 persen dari produk cacat, sedangkan production reject 9.115 unit atau 74,96 persen. Komposisi ini menunjukkan bahwa persoalan kualitas tidak terkonsentrasi pada fase awal setelah setup. Sebagian besar cacat justru muncul ketika produksi telah berjalan, sehingga tindakan yang hanya memperbaiki first-piece approval tidak cukup.

Tabel 4. Struktur produk cacat

Kategori	Jumlah	Proporsi defect	Makna	Tindakan utama
Startup reject	3.045 unit	25,04%	Ketidakstabilan setelah setup atau pergantian ukuran	Checklist setup dan persetujuan produk pertama
Production reject	9.115 unit	74,96%	Keausan, slip feeder, getaran, atau variasi material selama operasi	Inspeksi berkala dan kendali kondisi komponen
Total defect	12.160 unit	100,00%	Quality rate 96,64%	Pengendalian awal dan selama proses

Sumber: Data penelitian diolah (2026).

Jenis cacat paku bengkok, kepala tidak simetris, dan ujung kurang runcing berkaitan dengan interaksi antara posisi dies, ketajaman cutter, stabilitas feeder, getaran, serta material kawat. Muliastri et al. (2022) memperlihatkan bahwa geometri dies memengaruhi perilaku penarikan kawat, sedangkan Rusman dan Wijaya (2021) menekankan pentingnya mekanisme pemotongan yang stabil. Temuan penelitian juga konsisten dengan Siregar dan Meliala (2021) bahwa kualitas kawat dan kondisi alat menjadi sumber kecacatan produksi paku. Karena production reject lebih dominan, perusahaan perlu menetapkan interval pemeriksaan dies berdasarkan jumlah siklus, bukan hanya jadwal kalender.

Prioritas Six Big Losses dan Interpretasi Pareto

Enam kerugian yang teridentifikasi berjumlah 2.656,1 menit. Reduced speed dan setup and adjustment menyumbang 1.577 menit atau 59,37 persen dari waktu loss teridentifikasi. Jika equipment failure ditambahkan, tiga loss utama mencakup 76,61 persen. Pola ini memberikan fokus yang jelas: perbaikan awal harus mengendalikan kecepatan aktual, memperpendek setup, dan meningkatkan keandalan komponen. Idling, process defect, dan

reduced yield tetap penting, tetapi dampaknya akan lebih efektif ditangani setelah tiga sumber utama distabilkan.

Tabel 5. Prioritas Six Big Losses

Peringkat	Jenis kerugian	Waktu	Persentase penelitian	Porsi waktu loss	Kumulatif
1	Reduced speed losses	899 menit	9,36%	33,85%	33,85%
2	Setup and adjustment losses	678 menit	7,06%	25,53%	59,37%
3	Equipment failure losses	458 menit	4,77%	17,24%	76,61%
4	Idling and minor stoppages	317 menit	3,30%	11,93%	88,54%
5	Process defect losses	243,2 menit	2,53%	9,16%	97,71%
6	Reduced yield losses	60,9 menit	0,84%	2,29%	100,00%

Sumber: Data penelitian diolah (2026).

Persentase loss tidak boleh dijumlahkan secara sederhana untuk memperoleh gap OEE karena setiap kategori merepresentasikan mekanisme dan basis waktu yang berbeda. Porsi waktu loss pada Tabel 5 digunakan hanya untuk pemeringkatan Pareto. Pendekatan ini menghindari klaim bahwa satu loss secara langsung setara dengan penurunan OEE dalam poin persentase. Corrales et al. (2020) mengingatkan bahwa definisi dan penerapan OEE harus transparan, sedangkan Tayal et al. (2021) menunjukkan bahwa Pareto efektif ketika diikuti analisis akar penyebab, bukan digunakan sebagai tujuan akhir.

Skenario Dampak Perbaikan

Untuk menilai besarnya peluang perbaikan, dilakukan skenario deterministik dengan asumsi faktor lain tetap. Pengurangan setup time 30 persen diperkirakan menaikkan OEE menjadi 74,79 persen. Pengurangan reduced speed losses 30 persen menghasilkan estimasi 75,68 persen. Pengurangan defect 50 persen menghasilkan 74,23 persen. Ketika ketiganya dilakukan bersama, OEE diperkirakan 78,92 persen. Hasil ini menunjukkan bahwa intervensi parsial maupun gabungan pada tiga area belum otomatis mencapai 85 persen; equipment failure dan minor stoppages juga harus dikurangi, dan hasil implementasi perlu diverifikasi.

Tabel 6. Skenario deterministik peningkatan OEE

Skenario	Asumsi	Estimasi OEE	Interpretasi
Baseline	Kondisi Maret 2026	72,97%	Nilai aktual
Setup improvement	Setup loss turun 30%	74,79%	+1,82 poin
Speed improvement	Speed loss turun 30%	75,68%	+2,71 poin

Skenario	Asumsi	Estimasi OEE	Interpretasi
Quality improvement	Defect turun 50%	74,23%	+1,26 poin

Skenario menegaskan bahwa perbaikan harus dipandang sebagai portofolio tindakan. Reduced speed memiliki pengaruh langsung terbesar, tetapi menaikkan speed tanpa kesiapan komponen dapat memperburuk quality. Setup reduction memberi tambahan operating time, tetapi manfaatnya hanya terealisasi jika waktu yang dipulihkan digunakan pada kecepatan stabil. Quality improvement meningkatkan good output, tetapi tidak mengembalikan kapasitas yang hilang akibat downtime. Inilah kontribusi analitis utama penelitian: losses pada mesin High Speed Nail saling berhubungan melalui kondisi dies, feeder, cutter, material, dan kompetensi operator.

Peta Jalan Perbaikan dan Kontribusi Akademik

Perbaikan disusun dalam empat lapis. Lapis pertama adalah stabilisasi dasar melalui cleaning, lubrication, inspection, dan penggantian komponen kritis berbasis umur pakai. Lapis kedua adalah setup reduction dengan mengubah aktivitas persiapan menjadi eksternal, menggunakan preset, checklist, visual standard, dan first-piece approval. Lapis ketiga adalah speed-quality control melalui pencatatan cycle time, kode alasan slow running, inspeksi die life, dan pemisahan startup reject dari production reject. Lapis keempat adalah digital monitoring yang menghubungkan downtime event, output, defect, dan operator agar OEE dapat dianalisis per shift dan per ukuran produk.

Tabel 7. Peta jalan peningkatan kinerja mesin

Tahap	Fokus	Tindakan	Indikator	Horizon
1	Stabilisasi	Inspeksi dies, feeder, bearing, transmisi; 5S dan pelumasan	Downtime failure, MTBF, MTTR	0–1 bulan
2	Setup reduction	Checklist, preset, persiapan eksternal, standard work, first-piece approval	Setup time dan startup reject	1–3 bulan
3	Speed-quality control	Cycle-time monitoring, reason code, die-life control, SPC defect	Reduced speed dan production reject	2–4 bulan
4	Digital review	Dashboard OEE dan loss per shift/produk, audit mingguan	OEE, A, P, Q, Pareto loss	3–6 bulan

Sumber: Rekomendasi penulis berdasarkan hasil penelitian (2026).

Secara akademik, penelitian ini menunjukkan bahwa OEE pada mesin berkecepatan tinggi tidak cukup dijelaskan dengan menyebut availability sebagai komponen terendah. Analisis Six Big Losses memperlihatkan reduced speed sebagai waktu kerugian terbesar, setup sebagai sumber downtime terbesar, dan production reject sebagai sumber defect terbesar. Ketiga temuan tersebut membentuk mekanisme loss yang saling terkait. Zehra et al. (2024) dan Val et al. (2026) menempatkan OEE sebagai KPI strategis, sedangkan hasil

penelitian ini memperjelas bahwa nilai strategis tersebut muncul ketika data agregat diterjemahkan menjadi hubungan teknis antar-loss.

Penelitian terbatas pada satu mesin, satu shift, dan 20 hari pengamatan. Penyebab teknis berasal dari observasi dan wawancara, belum divalidasi menggunakan sensor getaran, temperatur, atau analisis kegagalan komponen. Penelitian juga belum melakukan implementasi dan pengukuran sebelum-sesudah, sehingga skenario perbaikan bersifat estimasi. Penelitian lanjutan perlu memperpanjang horizon, membandingkan ukuran produk, menggunakan control chart untuk A-P-Q, menguji SMED secara aktual, serta mengintegrasikan failure mode and effects analysis atau predictive maintenance. Luisi et al. (2023), Dobra dan Jósvai (2023), dan Nugroho et al. (2024) menunjukkan bahwa penggabungan OEE dengan monitoring digital dan analisis kegagalan dapat memperkuat keputusan perawatan.

SIMPULAN

Mesin High Speed Nail menghasilkan availability 84,86%, performance 88,97%, quality 96,64%, dan overall equipment effectiveness 72,97%, sehingga belum mencapai benchmark 85%. Reduced speed dan setup menyumbang 59,37% waktu kerugian teridentifikasi, sedangkan 74,96% produk cacat merupakan production reject.

Perusahaan perlu memprioritaskan standardisasi setup, pengendalian cycle time, pemeliharaan berbasis kondisi, dan inspeksi mutu selama produksi. Keterbatasan satu mesin dan 20 hari observasi menuntut validasi implementasi, pengamatan longitudinal, serta integrasi sensor dan analisis kegagalan pada penelitian berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas PGRI Adi Buana Surabaya serta manajemen, kepala produksi, teknisi, dan operator perusahaan paku yang memberikan akses data dan informasi operasional selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Corrales, L. Del C. N., Lambán, M. P., Hernandez Korner, M. E., & Royo, J. 2020. Overall Equipment Effectiveness: Systematic Literature Review And Overview Of Different Approaches. Applied Sciences, 10(18), 6469. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/App10186469.

Dobra, P., & Jósvai, J. 2021. Enhance Of OEE By Hybrid Analysis At The Automotive Semi-Automatic Assembly Lines. Procedia Manufacturing, 54, 184–190. Amsterdam: Elsevier. Https://Doi.Org/10.1016/J.Promfg.2021.07.028.

Dobra, P., & Jósvai, J. 2023. Cumulative And Rolling Horizon Prediction Of Overall Equipment Effectiveness With Machine Learning. Big Data And Cognitive Computing, 7(3), 138. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Bdcc7030138.

Lisboa, M., Jesus, E., Seixas, R., Valle, P., Deschamps, F., & Strobel, C. 2021. Improve Industrial Performance Based On Systematic Analyses Of Manufacturing Data. IFAC-Papersonline, 54(1), 709–716. Amsterdam: Elsevier. Https://Doi.Org/10.1016/J.Ifacol.2021.08.083.

Luisi, G., Di Pasquale, V., Pietronudo, M. C., Riemma, S., & Ferretti, M. 2023. A Hybrid Architectural Model For Monitoring Production Performance In The Plastic Injection Molding Process. Applied Sciences, 13(22), 12145. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/App132212145.

Maulana, G. G., Aminah, S., & Rahman, F. A. 2024. Smart Machinery Monitoring System Berbasis Mobile Application. Jurnal Mesin Nusantara, 7(1), 75–88. Kediri: Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Muliastri, D., Lesmana, P., & Septiyani, D. E. 2022. Pengaruh Sudut Die Penarikan Kawat Baja AISI 1006 Menggunakan Finite Element Method. Jurnal Rekayasa Mesin, 17(2), 257–264. Semarang: Politeknik Negeri Semarang.

Nugroho, A. C., Syawitri, T. P., & An'am, R. M. 2024. Maintenance Analysis Of Raw Mill Machines In Cement Production. Engineering Proceedings, 63(1), 5. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Engproc2024063005.

Pratiwi, W. P., Ibrahim, B., & Daryaly, M. H. 2025. Perancangan Semi Automatic Material Handling And Feeding Machine Pada Industri Pembuatan Baut. Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik, 24(1), 66–74. Bandung: Universitas Jenderal Achmad Yani.

Purba, A. S., Leksonowati, N. F. P., Pamungkas, N., Yuniarsih, N., Batubara, N. H., & Prasetyo, D. 2024. Studi Pengaruh Nilai Availability Mesin Stamping Terhadap Jumlah Hasil Produksi. Jurnal Integrasi, 16(2), 98–103. Batam: Politeknik Negeri Batam. Https://Doi.Org/10.30871/Ji.V16i2.8536.

Rusman, B., & Wijaya, W. 2021. Realisasi Mesin Pemotong Kawat Pada Pembuatan Sengkang Berbasis Pneumatik. Rekayasa Industri Dan Mesin, 2(1), 1–6. Bandung: Universitas Sangga Buana.

Şahin, R., & Koloğlu, A. 2022. A Case Study On Reducing Setup Time Using SMED On A Turning Line. Gazi University Journal Of Science, 35(1), 60–71. Ankara: Gazi University. Https://Doi.Org/10.35378/Gujs.735969.

Siregar, K., & Meliala, A. R. S. 2021. Analisis Kecacatan Produksi Paku Dengan Pengendalian Kualitas Six Sigma. Jurnal Teknik Elektro, 4(1), 55–64. Medan: Institusi Penerbit Jurnal Teknik Elektro.

Soltanali, H., Khojastehpour, M., & Farinha, J. T. 2021. Measuring The Production Performance Indicators For Food Processing Industry. Measurement, 173, 108394. Amsterdam: Elsevier. Https://Doi.Org/10.1016/J.Measurement.2020.108394.

Sumasto, F., Arrofah, M. A., Pratama, I. R., Purbaningrum, S. P., Satria, A., & Rapi, A. 2025. Application Of Single Minute Exchange Die Method To Minimize Setup Time On 350T Capacity Molding Machine. Jurnal Inotera, 10(1), 33–40. Aceh: Politeknik Aceh Selatan. Https://Doi.Org/10.31572/Inotera.Vol10.Iss1.2025.ID422.

Susanto, D., & Putra, B. I. 2024. Usulan Perbaikan Proses Changeover Bagian Upper Menggunakan Single Minute Exchange Of Die. Journal Of Research And Technology, 10(1), 45–55. Sidoarjo: Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo. Https://Doi.Org/10.55732/Jrt.V10i1.1203.

Tayal, A., Kalsi, N. S., Gupta, M. K., Pimenov, D. Y., Sarikaya, M., & Pruncu, C. I. 2021. Effectiveness Improvement In Manufacturing Industry: Trilogy Study And Open

Innovation Dynamics. Journal Of Open Innovation: Technology, Market, And Complexity, 7(1), 7. Amsterdam: Elsevier. Https://Doi.Org/10.3390/Joitmc7010007.

Val, S., Jiménez, N., & Lambán, M. P. 2026. Overall Equipment Effectiveness As A Strategic KPI In Intelligent Manufacturing: A Case Study In Plastic Injection Moulding. Journal Of Manufacturing And Materials Processing, 10(5), 159. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Jmmp10050159.

Widyanti, A. A., & Utomo, Y. 2026. Analisis Overall Equipment Effectiveness Mesin Kemasan Karton Di UPT Provinsi Jawa Timur. Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 9(1), 636–645. Bangkinang: Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Https://Doi.Org/10.31004/Jutin.V9i1.54018.

Zehra, K., Mirjat, N. H., Shakih, S. A., Harijan, K., Kumar, L., & Assad, M. E. H. 2024. Optimizing Auto Manufacturing: A Holistic Approach Integrating Overall Equipment Effectiveness For Enhanced Efficiency And Sustainability. Sustainability, 16(7), 2973. Basel: MDPI. Https://Doi.Org/10.3390/Su16072973.