

PENGARUH DIAMETER *NOZZLE* DAN PANJANG *CABLE* TERHADAP *CYCLE TIME* PADA MESIN *AUTOMATIC CABLE TERMINAL* YANG DIMODIFIKASI

Muhammad Ubaidillah¹, Agus Dani²

^{1,2} Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Politeknik Negeri Malang, Indonesia

¹muhammadubaidillah562@gmail.com

²agus.dani@polinema.ac.id

Abstrak—Mesin *Automatic Cable Terminal* adalah mesin otomatis yang digunakan untuk memotong dan mengolah material listrik, Mesin ini digunakan oleh perusahaan otomotif untuk membuat *wiring harness*. Mesin ini mampu memotong bahan baku dengan presisi tinggi dan kecepatan optimal. Dalam pergantian *nozzle* mesin ini dimodifikasi dari manual menjadi semi otomatis agar mesin lebih optimal. *Cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus operasi pemotongan, mulai dari persiapan hingga selesai. Efisiensi waktu siklus sangat penting karena berdampak langsung pada produktivitas dan biaya produksi. Oleh karena itu, mengoptimalkan *cycle time* menjadi fokus utama dalam penelitian dan modifikasi mesin. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dan interaksi dari pergantian *nozzle* dan panjang *cable* terhadap *cycle time* pada mesin *Automatic Cable Terminal* yang sudah dimodifikasi. Metode penelitian yang digunakan eksperimen dengan bervariasi variabel bebas diameter *nozzle* (15mm, 17mm dan 19mm) dan panjang *cable* (1400mm, 2200mm dan 3500mm) dengan metode pengolahan data anova factorial menggunakan *software* statistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pergantian *nozzle* dan panjang *cable* mempengaruhi *cycle time* dan hasil kombinasi parameter yang menghasilkan *cycle time* yang optimal dengan *desirability* yang tinggi. Diameter *nozzle* 15 dan panjang *cable* 1400 mm menghasilkan siklus 381.2 detik dengan *desirability* hampir mendekati 1 (0.943590) yang menandakan Solusi ini sangat baik.

Kata Kunci— Diameter *Nozzle*, *Cycle time*; Mesin *Automatic Cable Terminal*.

Abstract—*Automatic Cable Terminal Machine* is an automatic machine used to cut and process electrical materials, this machine is used by automotive companies to make wiring harnesses. This machine is able to cut raw materials with high precision and optimal speed. In changing the nozzle this machine is modified from manual to semi-automatic to make the machine more optimal. Cycle time is the time required to complete one cycle of cutting operations, from preparation to completion. Cycle time efficiency is very important because it has a direct impact on productivity and production costs. Therefore, optimising cycle time is the main focus in machine research and modification. The purpose of this study is to determine the effect and interaction of nozzle change and cable length on cycle time on a modified *Automatic Cable Terminal* machine. The research method used was experimental by varying the independent variables of nozzle diameter (15mm, 17mm and 19mm) and cable length (1400mm, 2200mm and 3500mm) with factorial anova data processing method using statistical software. The results showed that the change of nozzle and cable length affected the cycle time and the combination of parameters resulted in an optimal cycle time with high desirability. Nozzle diameter of 15 and cable length of 1400 mm resulted in a cycle of 381.2 seconds with desirability almost close to 1 (0.943590) which indicates that this solution is very good.

Keywords— Nozzle Diameter; Cyle time; Automatic Cable Terminal Machine.

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi yang semakin maju yang telah banyak memberikan manfaat serta membantu memudahkan Sumber Daya Manusia (SDM) dalam memenuhi kebutuhannya, terutama dalam bidang industri. Kemajuan dalam teknologi seringkali menjadi alasan utama untuk melakukan modifikasi. Pengenalan teknologi baru atau

penemuan baru sering memotivasi perubahan atau penyesuaian pada sistem yang ada untuk mengikuti perkembangan tersebut.

Mesin *Automatic Cable Terminal* adalah mesin otomatis yang dirancang khusus untuk memotong, mengupas, serta melakukan proses pemasangan *seal* hingga pemasangan terminal *cable*. Mesin ini digunakan untuk memotong material-material yang mampu dialiri oleh listrik. Pada pengoperasiannya, pergantian *cable* dengan dimensi yang

berbeda memerlukan penggantian *nozzle* secara manual. *Nozzle* berfungsi sebagai pengarah kabel dari *feed unit* ke proses pemotongan dan pemasangan terminal.

Perusahaan otomotif merupakan perusahaan yang menggunakan mesin *Automatic Cable Terminal*. Perusahaan ini memberikan kepercayaan kepada mahasiswa magang Jurusan Teknik Mesin untuk memodifikasi mesin *automatic cable terminal*, khususnya pada *nozzle*, dari yang semula manual menjadi semi otomatis. Sebelum modifikasi, operator harus membuka cover mesin untuk mengganti *nozzle*. Setelah dimodifikasi, proses ini menjadi semi otomatis sehingga operator bisa dapat melakukan pergantian *nozzle* dengan *barcode nozzle* atau *work order* (WO). Modifikasi ini menggunakan *controller Raspberry Pi* yang terintegrasi dengan PC untuk mempermudah pengontrolan melalui monitor dan yang awalnya 1 *nozzle* menjadi 3 *nozzle*. Pergantian *nozzle* pada modifikasi ini menggunakan motor *stepper* yang dikombinasikan dengan sensor warna untuk mendeteksi warna pada *frame cam follower*, modifikasi ini akan mempermudah operator dalam pergantian *nozzle* serta mengurangi kelalaian operator yang dapat menyebabkan cacat pada produk akhir.

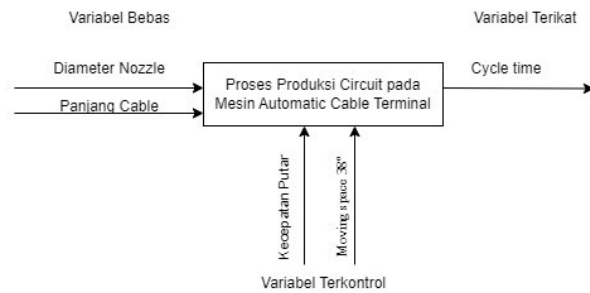
Nozzle adalah bagian yang paling ujung di sebuah rangkaian dari selang atau tabung. Bisa dikatakan *nozzle* merupakan pintu dalam instrumen pemipaan. Baik itu cairan atau gas dapat memanfaatkan *nozzle* untuk menentukan aliran yang dihasilkan. Perangkat mekanis yang satu ini sengaja diciptakan supaya aliran fluida dari ruang tertutup ke beberapa media tertentu dapat diarahkan dengan benar[10].

Mesin ini digunakan untuk memotong bahan baku dengan presisi tinggi dan kecepatan yang optimal. Namun, dalam operasionalnya, terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kinerja mesin, salah satunya adalah *cycle time*.

Cycle time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus operasi pemotongan, yang meliputi waktu mulai dari penyiapan hingga penyelesaian pemotongan[4]. *Cycle time* yang efisien sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap produktivitas dan biaya produksi. Oleh karena itu, upaya untuk mengoptimalkan *cycle time* menjadi fokus utama dalam banyak penelitian dan modifikasi mesin.

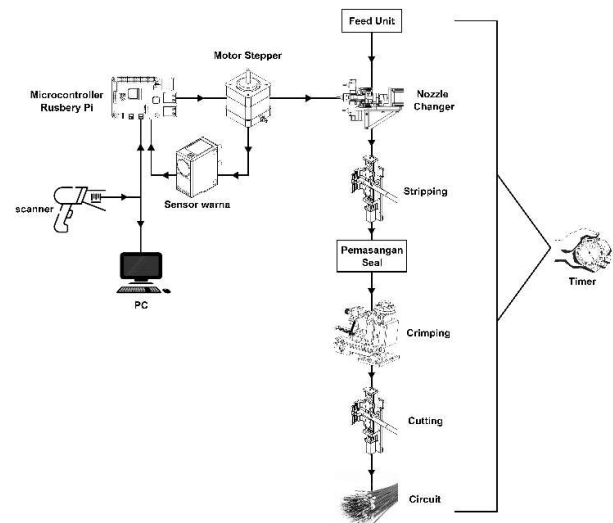
METODE

Jenis penelitian yang diterapkan dalam kajian adalah penelitian eksperimental. Rancangan penelitian untuk menguji ada tidaknya pengaruh penggantian diameter *nozzle* dan panjang *wire* terhadap *cycle time* pada Mesin *Auto Cutting* yang sudah dimodifikasi, penjelasan lebih lanjut mengenai alur penelitian.



Gbr 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menguji berbagai variasi dari variabel bebas pada mesin *auto cutting*, sambil mempertahankan dan tidak mengubah variabel terkontrol yang ada. Hasil dari percobaan ini adalah variabel dependen (terikat) berupa *cycle time*, yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Selanjutnya, peneliti akan mengumpulkan data dan mengolahnya berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan.



Gbr 2. Diagram Modifikasi Mesin *Automatic Cutting*

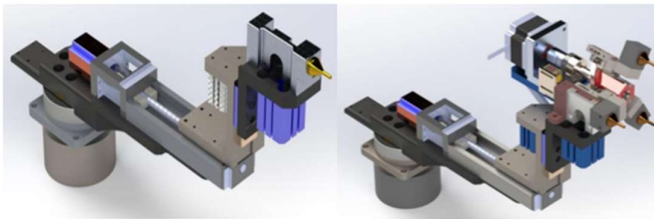
Operator akan melakukan scan kanban dan juga barcode *nozzle*, maka *raspberry pi* akan bekerja mengontrol putaran motor dengan bantuan sensor warna untuk mendeteksi keberadaan *nozzle* yang akan digunakan, Data kanban dan juga ukuran *nozzle* yang digunakan akan ditampilkan pada layar monitor, mesin ini akan bekerja sesuai data kanban yang diberikan di dalam data kanban terdapat spesifikasi material yang akan diproduksi seperti panjang *cable*, diameter *nozzle*. Sistem kerja mesin ini, operator akan melakukan *scan barcode* instruksi kerja maka mesin akan beroperasi memproduksi *circuit* sesuai dengan data barcode instruksi kerja yang diberikan. *Cable* akan masuk ke *feed unit* dan didorong maju untuk mulai proses *stripping* hingga proses pemasangan terminal *wire*, produk yang dihasilkan berupa *circuit* atau *cable* yang sudah diberikan terminal dan *seal* dan panjang *cable* yang sesuai dengan data instruksi kerja.

Analisis dan pengolahan data dalam penelitian dilakukan dengan menerapkan metode Anova Faktorial. Setelah data terkumpul, analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Minitab 2021.

HASIL DAN DISKUSI

Modifikasi *Nozzle* Pada Mesin *Automatic Cable Terminal*

Mesin *Automatic Cable Terminal* digunakan dalam pembuatan *circuit* dengan langkah-langkah otomatis seperti pengupasan, pemotongan, dan pemasangan terminal. Proses pengrimpingan melibatkan pemasangan terminal atau konektor ke kabel. Saat mengganti *cable*, *nozzle* juga harus diganti sesuai dimensi *cable* untuk menghindari cacat produk. Setiap mesin dapat mengganti hingga tiga macam *nozzle* (15, 17, dan 19) secara manual dengan membuka cover mesin. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan mekanisme *revolver* dan motor *stepper* yang memungkinkan satu mesin memiliki tiga *nozzle*, dilengkapi sensor warna untuk deteksi. Tujuan modifikasi ini adalah menciptakan sistem semi-otomatis, di mana operator hanya perlu memindai kode *barcode nozzle* untuk pergantian, sehingga mengurangi kelalaian operator dan meningkatkan efisiensi serta akurasi.



Gbr 3. Modifikasi Penambahan *Revolver* dan motor *stepper*

Data Penelitian

Penelitian ini menghasilkan data dalam satuan detik yang diolah menggunakan software Minitab 2021. Proses pengolahan data mencakup analisis statistik untuk menghasilkan informasi yang lebih mendetail dan relevan. Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi dan pemahaman, seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data Penelitian

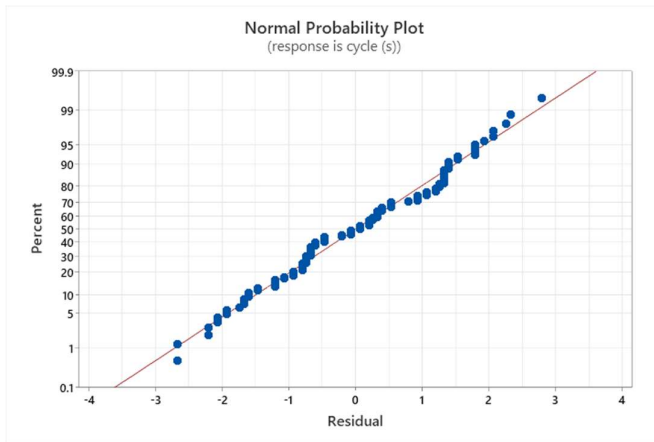
No	Diameter <i>Nozzle</i> (mm)	Panjang <i>Cable</i> (mm)		
		1400	2200	3500
1	15	380	395	412
2	15	383	397	414
3	15	379	398	415
4	15	380	396	413
5	15	381	396	411
6	15	383	397	412
7	15	382	395	412
8	15	380	397	414
9	15	384	396	413
10	15	383	396	413

11	15	380	397	412
12	15	383	398	414
13	15	379	396	415
14	15	380	396	413
15	15	381	397	411
16	17	386	398	415
17	17	384	399	414
18	17	384	398	414
19	17	385	399	416
20	17	387	400	416
21	17	384	398	415
22	17	383	398	414
23	17	384	399	413
24	17	384	399	415
25	17	386	400	416
26	17	386	398	416
27	17	384	399	415
28	17	384	398	414
29	17	385	399	413
30	17	385	400	413
31	19	387	402	417
32	19	388	401	417
33	19	386	399	418
34	19	384	401	415
35	19	388	402	418
36	19	386	400	418
37	19	387	402	416
38	19	385	401	417
39	19	388	399	416
40	19	389	400	416
41	19	386	402	415
42	19	388	401	416
43	19	386	403	417
44	19	384	401	416
45	19	388	402	418

Pengolahan Data

Grafik *Normal Probability Plot*

Hasil pengolahan data dengan software statistik menghasilkan grafik *Normal Probability Plot* untuk memastikan apakah data berdistribusi normal. Untuk analisis statistik kuantitatif, data harus berdistribusi normal. Grafik ini memiliki garis lurus merah sebagai garis normal. Jika titik-titik data berimpit dengan garis ini, data berdistribusi normal; jika tidak, data berdistribusi tidak normal. Contoh grafik *Normal Probability Plot* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gbr 4. Grafik Normal Probability Plot

Dari grafik *Normal Probability Plot*, sebagian besar titik data berhimpit dan mendekati garis normal. Meskipun ada beberapa titik yang sedikit menyimpang, penyimpangan ini masih dalam batas toleransi. Oleh karena itu, data tersebut berdistribusi normal, memenuhi syarat untuk analisis statistik kuantitatif, dan analisis yang dilakukan dapat dianggap valid dan akurat berdasarkan distribusi normal ini.

Tabel 2. Analysis Of Variance (ANOVA) dan Model Summary

Analysis of Variance

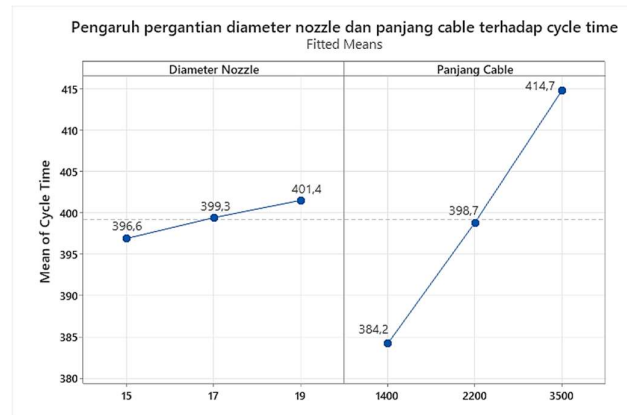
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Diameter Nozzle	2	477.4	238.7	163.83	0.000
Panjang Cable	2	20990.6	10495.3	7202.67	0.000
Diameter Nozzle*Panjang Cable	4	16.7	4.2	2.87	0.026
Error	126	183.6	1.5		
Total	134	21668.4			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.20712	99.15%	99.10%	99.03%

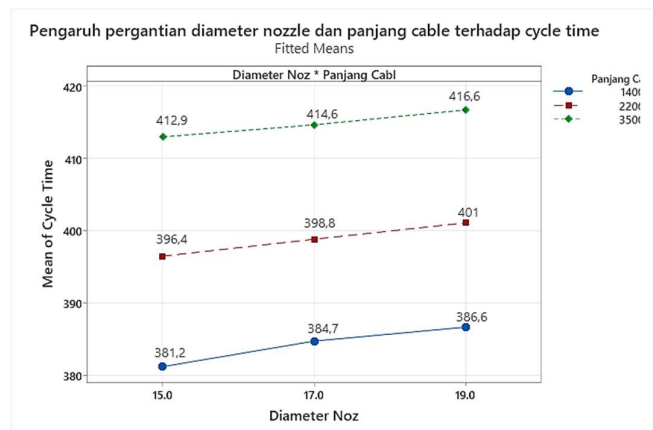
Penelitian ini menggunakan tingkat kesalahan 5% ($\alpha = 0,05$). Nilai α menentukan apakah ada cukup bukti untuk menolak hipotesis nol (H_0) yang menyatakan tidak ada pengaruh, dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yang menyatakan ada pengaruh. Analisis tabel ANOVA dan model *summary* menunjukkan bahwa pergantian diameter *nozzle* dan Panjang *cable* signifikan mempengaruhi *cycle time* pada Mesin *Automatic cable* terminal yang dimodifikasi. Hasil menunjukkan P-Value lebih kecil dari α , sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Koefisien determinasi (R^2) mencapai 99,15%, menunjukkan bahwa variabel-variabel ini menjelaskan 99,15% variasi *cycle time*, sementara 0,85% dipengaruhi oleh faktor

lain. Nilai R^2 yang tinggi menunjukkan bahwa variabel yang diteliti mampu menjelaskan sebagian besar variasi *cycle time*.



Gbr 5. Grafik Faktorial Plot

Berdasarkan grafik gambar di atas, pengaruh diameter *nozzle* terlihat pada grafik kiri, sementara pengaruh panjang *cable* terlihat pada grafik kanan. Grafik kiri menunjukkan rata-rata *cycle time* untuk diameter nozzle 15, 17, dan 19, dengan peningkatan *cycle time* dari 396,6 detik hingga 401,4 detik seiring bertambahnya diameter. Grafik kanan menunjukkan rata-rata *cycle time* untuk panjang *cable* 1400 mm, 2200 mm, dan 3500 mm, meningkat signifikan dari 384,2 detik hingga 414,7 detik seiring bertambahnya panjang *cable*. Hal ini menunjukkan bahwa panjang *cable* memiliki pengaruh lebih signifikan terhadap *cycle time* dibandingkan diameter *nozzle*. Secara keseluruhan, baik diameter *nozzle* maupun panjang *cable* mempengaruhi *cycle time*, namun pengaruh panjang *cable* lebih dominan.

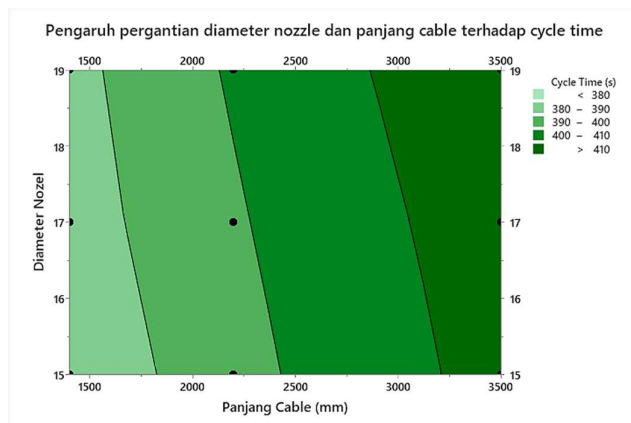


Gbr 6. Grafik Interaksi Faktorial Plot

Pada gambar grafik diatas menunjukkan interaksi antara diameter *nozzle* dan panjang *cable* terhadap *cycle time* pada Mesin *Automatic cable* terminal. Garis vertikal mewakili rata-rata *cycle time*, dengan tiga garis berwarna (biru, merah, hijau) mewakili panjang *cable* yang berbeda.

Pengaruh diameter *nozzle* terhadap *cycle time* untuk setiap panjang *cable*, Garis biru (1400 mm): Peningkatan diameter *nozzle* dari 15mm hingga 19mm menyebabkan peningkatan *cycle time* secara bertahap, meskipun kecil. Garis merah (2200 mm): Peningkatan diameter *nozzle* juga meningkatkan *cycle time*, dengan kenaikan yang sedikit lebih besar dibandingkan panjang *cable* 1400 mm. Garis hijau (3500 mm): Peningkatan diameter *nozzle* menyebabkan peningkatan *cycle time* yang lebih signifikan dibandingkan dua panjang *cable* lainnya.

Pengaruh panjang *cable* terhadap *cycle time* untuk setiap diameter *nozzle*, Untuk setiap diameter *nozzle* (15, 17, dan 19), peningkatan panjang *cable* dari 1400 mm hingga 3500 mm menghasilkan peningkatan *cycle time* yang signifikan. Peningkatan ini hampir linier, dengan *cycle time* tertinggi pada panjang *cable* 3500 mm (garis hijau). Grafik interaksi menunjukkan bahwa baik diameter *nozzle* maupun panjang *wire* secara signifikan mempengaruhi *cycle time*. Pengaruh panjang *wire* lebih besar dibandingkan diameter *nozzle*. Interaksi antara kedua faktor ini juga signifikan, dengan efek diameter *nozzle* lebih besar pada panjang *cable* yang lebih panjang. Ini terlihat dari kemiringan garis yang berbeda, di mana garis hijau memiliki kemiringan lebih curam dibandingkan garis biru, menunjukkan pengaruh diameter *nozzle* yang lebih signifikan pada panjang *cable* yang lebih besar.

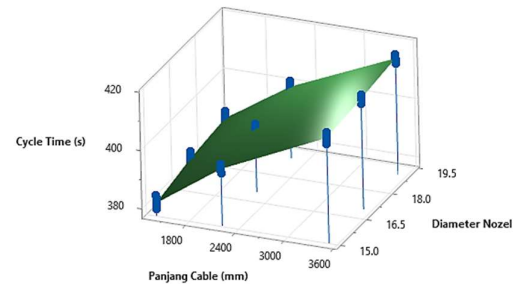


Gbr 7. Grafik Contour Plot

Grafik *contour plot* menampilkan panjang *cable* pada sumbu horizontal dan diameter *nozzle* pada sumbu vertikal, dengan warna yang menunjukkan interval *cycle time* dalam 4 gradasi warna hijau berbeda. Warna hijau muda menunjukkan *cycle time* terendah, sedangkan warna hijau tua menandakan *cycle time* tertinggi. Peningkatan diameter *nozzle* umumnya menyebabkan peningkatan *cycle time*, terlihat dari perubahan warna ke arah yang lebih gelap seiring dengan bertambahnya diameter *nozzle*. Peningkatan panjang *cable* dari 1400 hingga 3500 mm menghasilkan peningkatan *cycle time* yang jelas, ditunjukkan oleh transisi warna dari hijau muda ke hijau tua. Interaksi antara kedua faktor ini terlihat jelas, di mana peningkatan *cycle time* terjadi lebih cepat (warna berubah menjadi lebih gelap) ketika kedua faktor ini meningkat

bersama-sama. Garis kontur grafik agak miring, menunjukkan bahwa efek dari satu faktor dapat dipengaruhi oleh tingkat faktor lainnya. Misalnya, pada panjang *cable* yang lebih panjang, peningkatan diameter *nozzle* memiliki dampak yang lebih besar pada *cycle time*, terlihat dari kemiringan kontur yang lebih curam dalam grafik tersebut.

pengaruh pergantian diameter nozzle dan panjang wire terhadap cycle time



Gbr 8. Surface Plot

Pada grafik *surface plot* di atas sumbu X menggambarkan panjang *cable* dalam milimeter (mm), sumbu Y menggambarkan diameter *nozzle* dan sumbu Z menggambarkan waktu siklus dalam detik (s). Interaksi antara panjang *cable* dengan diameter *nozzle* menunjukkan bagaimana perubahan pada panjang *cable* dan diameter *nozzle* secara bersama-sama mempengaruhi *cycle time*. Pola yang terlihat dari permukaan plot menunjukkan bahwa ada kombinasi tertentu dari panjang *cable* dan diameter *nozzle* yang meminimalkan atau memaksimalkan *cycle time*. Kita bisa melihat bahwa peningkatan panjang *cable* cenderung meningkatkan *cycle time*. Hal ini terlihat dari permukaan plot yang cenderung naik seiring dengan bertambahnya panjang *cable*, demikian pula peningkatan diameter *nozzle* juga cenderung meningkatkan *cycle time* meskipun pengaruhnya tidak sebesar panjang *cable*. Pada poin biru menunjukkan data eksperimen yang digunakan untuk membangun model dan juga membantu menunjukkan keakuratan model dalam memprediksi *cycle time*.

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pergantian diameter *nozzle* dan panjang *cable* terhadap *cycle time* pada Mesin *Automatic Cable Terminal* yang telah dimodifikasi. Modifikasi dilakukan dengan mengubah satu *nozzle* menjadi tiga dalam satu mesin, melibatkan perubahan desain *frame Wire A* dengan mekanisme *revolver* dan motor *stepper* sebagai penggerak, serta sensor warna untuk mendeteksi warna pada *frame cam follower*. Sistem semi-otomatis yang dihasilkan memungkinkan operator hanya perlu melakukan scan kode barcode pada *nozzle* untuk pergantian, yang sebelumnya dilakukan secara manual. Modifikasi ini mempercepat waktu pergantian *nozzle* dari 22 detik menjadi 2-3 detik, mengurangi kelalaian operator, serta meningkatkan

efisiensi dan keakuratan dalam proses pergantian nozzle pada Mesin *Automatic Cable Terminal*.

Hasil pengolahan data pada tabel ANOVA dan model *summary* menunjukkan bahwa pergantian diameter *nozzle* dan panjang *cable* signifikan mempengaruhi *cycle time*, dengan nilai P-Value kurang dari α (0,05). Interaksi kedua variabel bebas terhadap *cycle time* juga signifikan dengan nilai α sebesar 0,026. Dari nilai P-Value tersebut, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.

Analisis pada tabel model *summary* menunjukkan *Standard Error* (S): Nilai S sebesar 1.20712 menunjukkan deviasi residual model regresi dari garis regresi sebenarnya, dengan nilai lebih kecil menunjukkan model yang lebih akurat. *R-squared* (R-sq): Nilai 99.15% menunjukkan bahwa 99.15% variasi dalam data respon dijelaskan oleh model regresi. *Adjusted R-squared* (R-sq(adj)): Nilai 99.10% menunjukkan kemampuan model yang sangat baik dalam menjelaskan variasi dalam data, bahkan setelah penyesuaian untuk jumlah prediktor. *Predicted R-squared* (R-sq(pred)): Nilai 99.03% menunjukkan kemampuan model dalam memprediksi data baru, mendekati nilai R^2 dan Adjusted R^2 , menunjukkan model yang andal dan tidak overfitting. Secara keseluruhan, model ini sangat efektif dalam menjelaskan dan memprediksi variasi dalam data respon dengan kemampuan generalisasi yang baik.

Pada tabel dibawah ini merupakan hasil respon yang paling optimal dari pengaruh pergantian *nozzle* dan panjang *cable* terhadap *cycle time*.

Tabel 3. Hasil Respon Nozzle diameter 15 mm

Solution	Panjang Cable		Cycle Time (s)	Composite Fit Desirability
	Nozel	(mm)		
1	15	1400	381.2	0.943590

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa kombinasi parameter yang menghasilkan *cycle time* optimal dengan *desirability* yang tinggi. Diameter *nozzle* 15mm dan Panjang *cable* 1400 mm menghasilkan siklus 381.2 detik dengan *desirability* hampir mendekati 1 (0.943590) yang menandakan solusi ini sangat baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penjelasan yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Pengaruh pergantian diameter *nozzle* terhadap *cycle time*, hasil penelitian yaitu pergantian diameter *nozzle* juga meningkatkan *cycle time* begitu juga sebaliknya. Dapat disimpulkan bahwa pergantian diameter *nozzle* berpengaruh signifikan terhadap *cycle time*. Hal ini dibuktikan oleh tabel anova bahwa nilai P-Value sebesar 0,00 kurang dari α (0,05) yang artinya bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dan pada tabel *summary* nilai R^2 99,15%. Nilai R^2 berkisar antara 0 dan 1, di mana nilai yang lebih mendekati 1 mengindikasikan bahwa model yang digunakan sangat baik dalam menjelaskan variasi data yang ada.

Panjang *cable* memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap *cycle time* dibandingkan dengan diameter *nozzle*. Rata-rata *cycle time* meningkat tajam seiring dengan bertambahnya panjang *cable* dari 1400 mm, 2200 mm, hingga 3500 mm. Peningkatan ini hampir linier, menunjukkan bahwa panjang *cable* memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap *cycle time*, dapat dilihat pada gambar faktorial plot. Nilai P-Value yang sangat rendah dalam tabel ANOVA juga mendukung bahwa panjang *cable* secara signifikan mempengaruhi *cycle time*.

Pengaruh pergantian diameter *nozzle* dan panjang *cable* terhadap *cycle time* pada mesin *automatic cable terminal* yang telah dimodifikasi, terlihat bahwa peningkatan diameter *nozzle* dan panjang *cable* menyebabkan peningkatan *cycle time*, dan sebaliknya. Ini menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut secara signifikan mempengaruhi *cycle time*, dengan pengaruh panjang *cable* lebih besar dibandingkan dengan diameter *nozzle*. Hasil ini terbukti pada tabel pembahasan, yang menunjukkan bahwa nilai minimum *cycle time* kombinasi diameter *nozzle* 15 mm dan panjang *cable* 1400 mm menghasilkan *cycle time* yang paling optimal sebesar 381.2 detik dengan nilai *desirability* yang tinggi (0.943590) mendekati 1.

Temuan ini dapat membantu dalam perancangan mesin yang lebih efisien di industri otomotif.

REFERENSI

- [1] Aziz, A.A., Kiryanto, and A.W.B. Santosa. "Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk, Komposisi dan Cacat Pengecoran Paduan Aluminium Flat Bar dan Limbah Kampas Rem dengan Menggunakan Cetakan Pasir dan Cetakan Hidrolik sebagai Bahan Komponen Jendela Kapal Afif", J. Tek. Perkapalan 5(1): 97–103. 2017.
- [2] Farkhani, M.F., H. Purwanto, and M. Dzulfikar, "Analisis Laju Korosi Pada Meterial Baja Astm a36 Akibat Pengaruh Sudut Bending Dan Aliran Media Korosi H₂SO₄ 10%", J. Ilm. Momentum 16(2): 97–104. 2020. doi: 10.36499/mim.v16i2.3761.
- [3] Hasanah, T.U., T. Wulansari, T. Putra, and M. Fauzi. "Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Takt Time dan FMEA untuk Mengidentifikasi Waste pada Proses Produksi Steril PT.XYZ", J. Rekayasa Sist. Ind. 07: 89. 2020. doi: 10.25124/jrsi.v7i2.435.
- [4] Hudori, M. "Analisis Pengaruh Variasi Ukuran Produk Terhadap Cycle time Menggunakan Rancangan Percobaan", Ind. Eng. J. 7(2): 58–63. 2019. doi: 10.53912/iejm.v7i2.346.
- [5] Rachman, M.R.A., and A.M. Sakti. "Analisa Perbedaan Kekerasan dan Kekuatan Tarik Baja S45C dengan Perlakuan Quenching dan Tempering", J. Tek. Mesin 08(02): 89–94. 2020.
- [6] Risaldi, D., I. Dirja, and Reza Setiawan. "Optimalisasi Proses Kerja Mesin Crimping Di CV. XYZ", TRAKSI Maj. Ilm. Tek. Mesin 20(1): 45–58. 2021.
- [7] Setyawan, W.B. "Manual Sewing Machine Performance Analisis and Automatic Sewing Machine on Sewing Upper Shoe Components", Teknol. Pengolah. Prod. Kulit 21(2022): 142–154. 2022.
- [8] Subagiyo, S., A. Asrori, and L. Agustriyana. "Analisis Kekerasan Baja S45C Hasil Hardening Dengan Variasi Media

- Pendingin”, *Info-Teknik* 19(1): 43. 2018. doi: 10.20527/infotek.v19i1.5141.
- [9] Suzuki. 2022. Kenali Lebih Dekat Apa itu Nozzle serta Fungsinya.
- [10] Wibisono, N.P. 2021. Redesign User Interface Website Perpustakaan Digital Institut Seni Indonesia Yogyakarta. Skripsi, Institut Seni Indonesia Yogyakarta, Yogyakarta.
- [11] Novita Sari, P.D.A 2023 Analisa Desain Mesin Otomatis Pembuatan Komponen Packing Di PT XYZ. Skripsi, Polinema, Malang