

Analisa Nilai Pertambahan Panjang Material ST37 Pada CNC Mesin Bending TRUMPF TruBend 5050 Menggunakan Metode Full Factorial

Zaqi Asshidiqi^{1*}, Wahyudi², dan Farizi Rachman³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia^{1,2,3}
E-mail: zaqiasshidiqi@gmail.com^{1*}

Abstract – CNC bending is a set of updated bending conventional machine, which has more advantages than conventional bending machine. To get final result with precision and accurate dimension using CNC bending TRUMPF TruBend 5050, the operators must have the bend allowance ($\Delta\alpha$) table. The bend allowance is influenced by several parameters like dies, force and thickness of material. The three parameters really affect the final result of bending process. Testing is conducted to know the influence of parameter of dies, force and thickness of material toward bend allowance. The full factorial method is one of suitable methods used to know influence parameter, with level value dies in 8mm, 10mm, 12mm, force in 150N, 300N, 500N and thickness of material in 1mm, 1.5mm, 2mm.

The result shows that the parameters, dies, force and thickness of material have the significance influence on bend allowance. From third parameter the thickness of material has the highest influence. It can be seen from Fhitung value that has 278.1230 compared with the parameters of dies which is 6.4325 and force that is 3.8611.

Keywords : bend allowance, bending, dies, force, thickness of material

1. PENDAHULUAN

Pada proses *bending* menggunakan CNC *bending* jarak stopper sangatlah berpengaruh pada hasil akhir suatu produk pada proses *bending*. Hal ini dikarenakan pada saat produk di *bending* benda akan mengalami pertambahan panjang, dikarenakan tekanan yang diberikan pada material tersebut. Oleh sebab itu data tabel pertambahan panjang ($\Delta\alpha$) sangatlah dibutuhkan oleh operator mesin CNC *bending* untuk untuk dimasukkan dalam parameter mesin. Parameter tersebut akan diubah ubah nilainya pada saat proses trial guna mendapatkan hasil akhir *bending* yang diinginkan. Terdapat 3 parameter yang akan diteliti yakni *dies*, gaya tekan dan tebal material. Dengan mengetahui parameter yang berpengaruh pada nilai pertambahan panjang maka proses *trial* pada produk dapat dikurangi. Sehingga operator akan dapat mengestimasi nilai dari parameter guna mendapatkan hasil akhir *bending* yang diinginkan

Untuk melakukan analisa pertambahan panjang terhadap material ST37 pada mesin CNC *bending* maka dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya dengan metode ANOVA (*Analysis of Variance*). Metode ANOVA sangatlah cocok untuk melakukan analisa pertambahan panjang dikarenakan metode ini dapat digunakan untuk melihat parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai pertambahan

panjang. Selain itu desain eksperimen yang memiliki lebih dari satu pre test sangat cocok menggunakan metode ANOVA (Breukelen, 2005). Untuk trial ini digunakan percobaan beberapa parameter *dies*, gaya tekan dan tebal material yang disusun secara sistematis dan dianalisa dengan metode *full factorial*.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penentuan Faktor Dan Respon

Penentuan faktor dan respon ialah suatu cara untuk memudahkan penentuan jumlah percobaan yang akan dilakukan. Penentuan faktor dan respon ditentukan dari tujuan penelitian dimana faktor ialah nilai atau parameter yang dapat diubah ubah pada percobaan dilakukan yang berupa parameter mesin seperti *dies*, gaya tekan dan tebal material. Sedangkan untuk respon ialah nilai yang dipatkan dari percobaan, yang berupa nilai pertambahan panjang.

Parameter *dies*, gaya tekan dan tebal material selanjutnya akan diteliti dengan menggunakan metode full factorial guna mengetahui parameter mana yang berpengaruh. Desain faktorial ialah sebuah metode perancangan eksperimen yang mempelajari efek dari dua atau lebih faktor. Pada umumnya desain faktorial adalah metode yang paling efisien untuk tipe eksperimen yang mencari efek dari berbagai faktor yang ada (Dewi,dkk,2011).

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan untuk memudahkan dalam melakukan penelitian. Data – data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder, data tersebut didapatkan sebagai berikut ;

1. Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan penelitian langsung di lapangan. Pengumpulan data primer ini dilakukan dengan cara mengamati secara langsung proses *bending* dan meminta keterangan serta mewawancarai operator yang terlibat. Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dalam metode survey yang menggunakan pertanyaan secara lisan kepada subyek penelitian. Data yang diperoleh antara lain adalah data mengenai uraian proses *bending*, cara kerja mesin, spesifikasi mesin dan jenis material *bending*.
2. Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diamati oleh peneliti. Data ini merupakan dokumentasi perusahaan, metode dokumentasi adalah suatu cara untuk mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, buku-buku, jurnal-jurnal, surat kabar, dan sebagainya (Budi,dkk,2018).

2.3 Analisa Full Factorial

Analisa data dapat berarti memperhitungkan atau memperkirakan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari percobaan yang telah dilakukan. Dimana sebelum melakukan percobaan perlu dilakukan rancangan percobaan yang bertujuan untuk membuat keberagaman satuan - satuan percobaan didalam masing - masing kelompok menjadi sekecil mungkin sedangkan perbedaan antar sebesar mungkin. Adapun langkah – langkahnya sebagai berikut;

1. Eksperimen
 Pada tahap ini mula-mula dilakukan perumusan masalah, pemilihan faktor dan respon, penentuan faktor yang akan divariasikan dan pemilihan level dari tiap-tiap faktor tersebut.
2. Desain
 Tahap ini merupakan tahap utama yang berupa penentuan jumlah pengamatan yang akan dilakukan berdasarkan parameter,level, dan banyaknya repilaksi, penentuan urutan eksperimen, pemilihan metode yang digunakan, penyusunan model statistiknya, dan penentuan hipotesis yang akan diuji.
3. Analisis
 Pada tahap ini berisi pengumpulan dan pengolahan data, perhitungan uji statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Faktor Dan Respon

Penentuan variabel pada penelitian ini berguna untuk mengetahui faktor yang berpengaruh dan hasil dari penelitian tersebut ;

1. Respon
 Respon ialah variabel yang tidak diteliti, berupa nilai pertambahan panjang ($\Delta\alpha$).
2. Faktor/parameter/*treatment*
 Faktor/parameter/*treatment* ialah variabel yang akan dikendalikan ialah parameter mesin CNC *bending* yakni *dies*, gaya tekan, tebal material.

Dengan 3 level pada tiap faktor/ parameter sehingga dapat dilihat sebagi berikut ;

Tabel 1: Pembuatan level parameter

Parameter	Level 1	Level 2	Level 3
Dies (A)	8mm	10mm	12mm
Gaya Tekan (B)	150N	300N	500N
Tebal material (C)	1mm	1.5mm	2mm

(sumber : Hasil pengolahan sendiri)

3.2 Pengambilan Data

Proses pengambilan data berupa nilai pertambahan panjang dilakukan dengan melakukan *trial* terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan untuk hasil *bending* yang sesuai yakni 90^0 yang diukur dengan kaliper sudut. Sehingga pada proses pengambilan data hasil sudut *bending* dalam keadaan 90^0 , dimana hal tersebut dilakukan untuk menjaga tingkat error data yang kecil. hasil dari percobaan didapatkan dengan mengukur nilai pertambahan panjang dari sisi kiri dan sisi kanan sehingga dapat dilihat seperti berikut ;

Tabel 2: Hasil dan permodelan statistik

	A1			A2			A3			Jumlah
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	
C1	0.9	0.6	0.75	1.05	0.95	1.4	0.9	1.1	1	8.65
	0.9	0.95	0.8	0.85	1.1	1.25	0.85	1.1	1	8.8
Jumlah	1.8	1.55	1.55	1.9	2.05	2.65	1.75	2.2	2	17.45
C2	1.85	1.4	1.85	1.85	1.8	1.75	1.8	1.6	1.9	15.8
	1.9	1.2	1.6	1.65	1.7	1.75	1.7	1.3	1.75	14.55
Jumlah	3.75	2.6	3.45	3.5	3.5	3.5	3.5	2.9	3.65	30.35
C3	1.85	1.75	1.6	1.85	1.6	1.45	1.95	1.85	1.5	15.4
	1.6	1.75	1.7	1.8	1.7	1.65	1.9	1.9	1.6	15.6
Jumlah	3.45	3.5	3.3	3.65	3.3	3.1	3.85	3.75	3.1	31

(sumber : Hasil pengolahan sendiri)

3.3 Analisa Full Factorial

Pada analisa full factorial dilakukan beberapa perhitungan sebagai berikut ;

- nilai faktor kuadrat yakni

$$F_k = \frac{(17.45^2)+(30.35^2)+(31^2)}{2 \times 3 \times 3}$$

$$F_k = \frac{6209.44}{54} = 114.9896$$

- nilai jumlah kuadrat

$$Jk = (0.9^2) + (0.9^2) + (1.85^2) + (1.9^2) + \dots + (1.5^2) + (1.6^2)$$

$$Jk = 123.115$$
- nilai jumlah kuadrat perlakuan

$$Jk_p = \frac{(0.9^2) + (0.9^2) + (1.85^2) + \dots + (1.5^2) + (1.6^2)}{2} - 114.9896$$

$$Jk_p = 7.8104$$
- nilai jumlah kuadrat faktor A

$$Jk_a = \frac{(24.95^2) + (27.15^2) + (26.7^2)}{2 \times 3 \times 3} - 114.9896$$

$$Jk_a = 0.1501$$
- nilai jumlah kuadrat faktor B

$$Jk_b = \frac{(27.15) + (25.35) + (26.3)}{2 \times 3 \times 3} - 114.9896$$

$$Jk_b = 0.0901$$
- nilai jumlah kuadrat faktor C

$$Jk_c = \frac{(17.45^2) + (30.35^2) + (31^2)}{2 \times 3 \times 3} - 114.9896$$

$$Jk_c = 6.4895$$
- nilai jumlah kuadrat interaksi faktor A dan faktor B

$$Jk_{ab} = \frac{(9^2) + (7.65^2) + (8.3^2) + \dots + (8.75^2)}{2 \times 3} - 114.9896 - 0.1501 - 0.0901$$

$$Jk_{ab} = 0.086$$
- nilai jumlah kuadrat interaksi faktor A dan faktor C

$$Jk_{ac} = \frac{(4.9^2) + (8.9^2) + (10.25^2) + \dots + (10.7^2)}{2 \times 3} - 114.9896 - 0.1501 - 6.4895$$

$$Jk_{ac} = 0.1741$$
- nilai jumlah kuadrat interaksi faktor B dan faktor C

$$Jk_{bc} = \frac{(5.45^2) + (10.75^2) + (10.95^2) + \dots + (9.5^2)}{2 \times 3} - 114.9896 - 0.0901 - 6.4895$$

$$Jk_{bc} = 0.4574$$
- nilai jumlah kuadrat faktor ABC

$$Jk_{abc} = 7.8104 - 0.1501 - 0.0901 - 6.4895 - 0.086 - 0.1741 - 0.4574$$

$$Jk_{abc} = 0.3631$$
- nilai jumlah kuadrat galat error

$$Jk_{abc} = 123.115 - 114.9896 - 0.1501 - 0.0901 - 6.4895 - 0.086 - 0.1741 - 0.4574 - 0.3631$$

$$Jk_{abc} = 0.315$$

Perhitungan analisa ragam
 Perhitungan Analisa Ragam dilakukan untuk mengetahui nilai Fhitung dari faktor A, faktor B,

faktor C, faktor AB, faktor BC, Faktor AC, dan faktor ABC yang akan digunakan untuk menguji hipotesa yang telah ditentukan, seperti berikut ;

Tabel 3: Analisa ragam parameter

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Kebebasan (Db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
A	2	0.1501	0.0750	6.4325
B	2	0.0901	0.0450	3.8611
C	2	6.4895	3.2448	278.1230
AB	4	0.0860	0.0215	1.8433
AC	4	0.1741	0.0435	3.7302
BC	4	0.4574	0.1144	9.8016
ABC	8	0.3631	0.0454	3.8909
Galat Error	27	0.3150	0.0117	
Jumlah	53	8.12537		

(sumber : Hasil pengolahan sendiri)

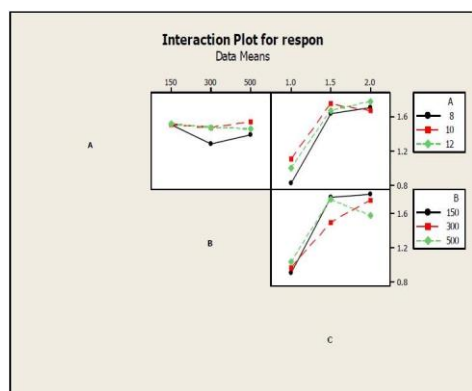
- Uji F dilakukan untuk mengetahui manakah parameter yang paling berpengaruh antara dies, gaya tekan dan tebal material terhadap nilai pertambahan panjang pada proses bending. Uji ini akan membandingkan nilai F_{hitung} dan F_{tabel} dengan menggunakan hipotesis seperti berikut ini ;
 H_0 : parameter tidak memiliki pengaruh terhadap nilai pertambahan panjang.
 H_1 : parameter memiliki pengaruh terhadap nilai pertambahan panjang.
 Sehingga hasil uji F dapat dilihat pada tabel 4 hipotesis dan keputusan parameter

Tabel 4: Hipotesis dan keputusan parameter

Keragaman	F_{hitung}	F_{tabel}	Hipotesis Dan Keputusan
Dies	6.4325	3.35	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 Ditolak
Gaya	3.8611	3.35	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 Ditolak
Tebal Material	278.1230	3.35	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 Ditolak
Dies*Gaya	1.8433	2.73	$F_{hitung} < F_{tabel}$, H_0 Diterima
Dies*Tebal	3.7302	2.73	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 Ditolak
Gaya*Tebal Material	9.8016	2.73	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 Ditolak
Dies*Gaya*Tebal Material	3.8909	2.31	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 Ditolak

(sumber : Hasil pengolahan sendiri)

Perhitungan analisa ragam juga dilakukan dengan menggunakan software minitab untuk menunjukkan bahwa nilai pada perhitungan ialah mutlak kebenarannya sehingga hasil dari pengolahan data dapat dilihat grafik pengaruhnya seperti pada gambar 1 grafik output minitab 3 parameter



Gambar 1. Grafik output minitab interaksi 3 parameter

• Interpretasi hasil

Interpretasi dilakukan untuk mengetahui berapa persen kontribusi pada tiap – tiap parameter berdasarkan hasil dari percobaan yang telah dilakukan.

$$\begin{aligned}
 SS'A &= Jk_a - (KTe \times dbA) \\
 SS'A &= 0.1501 - (0.0117 \times 2) = 0.1268 \\
 SS'B &= 0.0901 - (0.0117 \times 2) = 0.0668 \\
 SS'C &= 6.4895 - (0.0117 \times 2) = 6.4662 \\
 SS'T &= Jk_a + Jk_b + Jk_c + Jk_e \\
 SS'C &= 0.1501 + 0.0901 + 6.4895 + 0.315 = 7.0447 \\
 SS'E &= 7.0447 - 0.1268 - 0.0668 - 6.4662 = 0.3850 \\
 pA &= \frac{0.1268}{7.0447} \times 100\% = 1.79\% \\
 pB &= \frac{0.0668}{7.0447} \times 100\% = 0.94\% \\
 pC &= \frac{6.4662}{7.0447} \times 100\% = 91.78\% \\
 pE &= \frac{0.3850}{7.0447} \times 100\% = 5.46\%
 \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir ini mengacu pada tujuan yang ditetapkan adalah sebagai berikut ;

1. Parameter *dies* berpengaruh signifikan terhadap nilai pertambahan panjang, dimana semakin besar *dies* yang digunakan maka semakin besar pula nilai pertambahan panjang yang dihasilkan. Parameter gaya tekan berpengaruh signifikan terhadap nilai pertambahan panjang, dimana semakin besar nilai gaya tekan yang digunakan maka semakin besar pula nilai pertambahan panjang yang dihasilkan. Parameter tebal material berpengaruh signifikan terhadap nilai pertambahan panjang, dimana semakin besar tebal material yang digunakan maka semakin besar pula nilai pertambahan panjang yang dihasilkan.

2. Parameter tebal material ialah parameter yang paling berpengaruh diantara ketiga parameter yang telah dilakukan eksperimen. Hal ini dapat dibuktikan dengan membandingkan nilai F_{hitung} dan persentase kontribusi dari masing – masing parameter. Dimana nilai F_{hitung} untuk tebal material sebesar 278.1230 dan persentase kontribusi 91.78% dibanding *dies* yang bernilai 6.4325 dengan persentase kontribusi 1.79% dan gaya tekan yang bernilai 3.8611 dengan persentase kontribusi 0.94%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tebal material ialah parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai pertambahan panjang dibandingkan dengan *dies* dan gaya tekan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Breukelen, G. JP. (2005), *Phsycometric Modelling Of Response Speed And Accuracy With Mixed And Conditional Regresion.*, **Psychometrika** 70 (2), PP 359 – 376.
- [2] Budi, T. S., E. Supriyadi, M. Zulziar (2018), *Analisis Konfigurasi Proses Produksi Coklat Stick Converture Menggunakan Metode Design Of Experiment (DOE) Di PT. Gandum Mas Kencana.* **JITMI** 1 (1), PP 87-96, Universitas Pamulang.
- [3] Dewi, L. Trinovinty, I. G. J. Mulyono, A. L. Maukar (2011), *Penentuan Kombinasi Komposisi Paving Dengan Menggunakan Metode Full Faktorial Design.* **Jurnal Teknik** 10 (1), PP 82-91, Universitas Widya Teknik.
- [4] Lestya, D. N. W., Rachman, F., & Wiedartini, W. (2018, January). Analisis Faktor Eksternal dan Internal Yang Mempengaruhi Beban Kerja Fisik Pada Pekerjaan Finishing Di Perusahaan Fabrikasi Baja. In Seminar K3 (Vol. 1, No. 1, pp. 24-28).
- [5] Ladou, J Saprian, H. Adianto, S. Susanty (2015), *Usulan Kombinasi Terbaik Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Cacat Produk Botol Plastik 600ml Menggunakan Metode Full Factorial 2^k di PT.X**, **Jurnal Teknik Industri** 2 (3), PP 317-326, Institut Teknologi Nasional Bandung. Badri, S. (1991). **Dasar-Dasar Network Planning (Dasar-Dasar Jaringan Kerja)**. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- [6] Walpole, R. E., R. H. Myers, S. L. Myers, dan K. Ye (2002), *Probability And Statistics For Engineers And Scientists*. 9th ed, Boston, Pearson Education, Inc.