

PERANCANGAN PENETAP (*FIXTURE*) KOMPONEN PRISMATIK *PRESSTOOL* DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANALITIK PADA PENETAP MODULAR BERBASIS LUBANG (*HOLE BASED MODULAR FIXTURE*)

Mohammad Yazid Diratama¹ & Isa Setiasyah Toha²

¹Jurusan Teknik Manufaktur

²Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl Kanayakan No. 21 - Dago, Bandung – 40135

Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649

email: yazidiratama@yahoo.com, isa_st@polman-bandung.ac.id

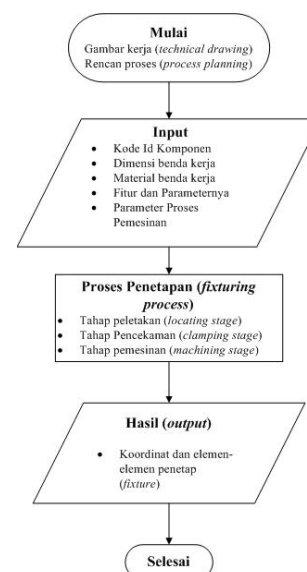
Abstrak

Proses penetapan (*fixturing*) untuk suatu komponen prismatic pada umumnya masih menggunakan pengecam standar seperti: ragum, klem, blok bertingkat, dan lain-lain. Prosesnya pun masih menggunakan intuisi serta pengalaman saja (*rule-of-thumb*), sehingga titik koordinat lokator dan klem tidak diketahui secara pasti. Penetap modular (*modular fixture*) yang dikategorikan sebagai penetap fleksibel (*flexible fixture*) memiliki fleksibilitas untuk penetapan komponen yang beragam. Makalah ini membahas penentuan titik koordinat lokator dan klem untuk komponen prismatic *presstool* menggunakan penetap modular berbasis lubang (*hole based modular fixture*). Model yang dikembangkan berbasis pada algoritma Nudu & Toha sebagai perhitungan untuk menentukan titik koordinat lokator dan klem, yang sesuai dengan jarak antar lubang pada *hole base modular fixture*. Pengembangan yang dilakukan ialah memberikan alternatif titik penggeseran untuk koordinat lokator bawah hasil pembulatan (*integer*) yang berada pada fitur lubang (*hole*), dan penggeseran koordinat untuk lokator samping yang berada pada fitur alur (*slot*) dan step, agar dapat digunakan untuk komponen/benda prismatic *presstool*. Penggeseran koordinat tersebut memerlukan komponen tambahan yang memenuhi titik koordinat hasil penggeseran sehingga dapat dihasilkan titik koordinat lokator dan klem yang fisibel terhadap fitur dan dimensi komponen prismatic *presstool*. Hasil aplikasi model/algoritma yang dikembangkan pada salah satu komponen prismatic *presstool*, yaitu balok ganjal *guide post*, memberikan nilai F_p yang positif, artinya titik koordinat lokator dan klem dapat digunakan untuk penetapan komponen tersebut.

Keywords: Penetap modular berbasis lubang (*hole based modular fixture*), titik koordinat, lokator, klem, komponen prismatic *presstool*.

1. Pengembangan Model

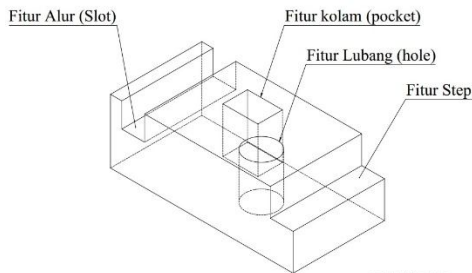
Model/algoritma dasar pada penelitian ini mengacu pada algoritma penentuan lokator Ariastuti dan algoritma Nudu & Toha. Model/algoritma yang dikembangkan memiliki tahapan sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart penegngan model.

3.1 Proses input (*input process*)

Komponen prismatic *presstool* diidentifikasi terlebih dahulu untuk bisa diketahui materialnya, dimensinya, jenis fiturnya, letak fiturnya, proses pemesian fiturnya, dan gaya potongnya. Fitur pada komponen dibagi menjadi 4 jenis yaitu fitur lubang (*hole*), alur (*slot*), kolam (*pocket*), dan step.



Gambar 3. Fitur komponen.

Gaya potong pada setiap fitur dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$F_{c\ mill} = \frac{U \times n_t \times f \times w \times d_{oc} \times 1000}{\pi \times D_{mill}} \quad (9)$$

$$F_{c\ drill} = \frac{U \times 1000 \times f \times D_{drill}}{4} \quad (10)$$

dimana:

- $F_{c\ mill}$: Gaya potong proses *milling*, [N]
- n_t : Jumlah gigi *milling cutter*, [-]
- W : Lebar pemakanan, [mm]
- d_{oc} : Kedalaman pemakanan, [mm]
- D_{mill} : Diameter *milling cutter*, [mm]
- $F_{c\ drill}$: Gaya potong proses *drilling*, [N]
- D_{drill} : Diameter bor, [mm]

- Mengidentifikasi posisi titik koordinat lokator bawah hasil pembulatan (integer) .

Titik koordinat hasil pembulatan (integer) algoritma Nudu & Toha dapat menghasilkan 2 alternatif posisi lokator bawah yaitu berada didalam komponen atau ditepi komponen.

f : Pemakanan per gigi, $\left[\frac{mm}{rev} \right]$

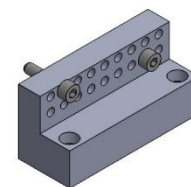
U : Energy spesifik material, $\left[\frac{N.m}{mm^3} \right]$

3.2 Proses penetapan (*fixturing process*).

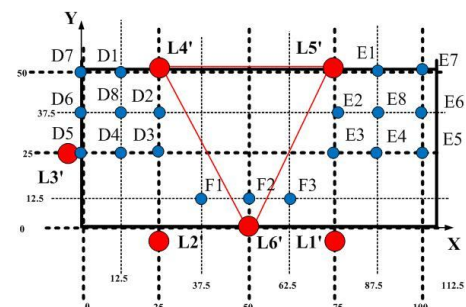
Proses penetapan (*fixturing*) dibagi menjadi 3 tahapan yaitu tahap penempatan (*locating stage*), tahap pengecaman (*clamping stage*), dan tahap pemesian (*machining stage*). Pada setiap tahap nilai F_p harus > 0 . Tahapan tersebut sebagai berikut:

a. Tahap penempatan (*locating stage*)

- Menentukan titik koordinat lokator (samping dan bawah) awal dengan pembagian simetri [1].
- Membulatkan (integer) hasil titik koordinat pembagian simetri.
- Melakukan penggeseran titik koordinat lokator samping sebesar $\frac{1}{2}s$ (s = jarak lubang pada peneta modular berbasis lubang) pada arah $-Z$ untuk benda yang memiliki tinggi ≤ 25 mm. Penggeseran tersebut memerlukan komponen tambahan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 berikut.

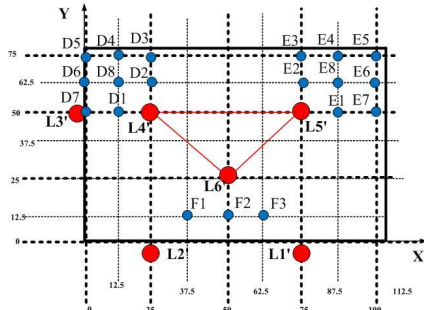


Gambar 4. Angle block.



Gambar 5. Titik penggeseran untuk lokator bawah ditepi benda.

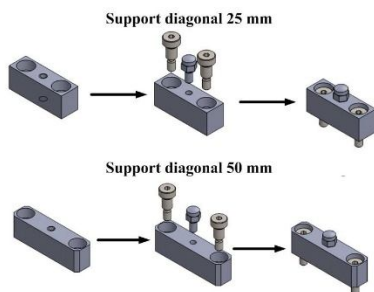
Bila lokator bawah hasil pembulatan (integer) berada ditepi benda maka harus dilakukan penggeseran (koreksi lubang) dengan memperkecil segitiga yang dibentuk oleh lokator bawah.



Gambar 6. Titik penggeseran untuk lokator bawah didalam komponen yang tidak fisibel.

Bila lokator bawah hasil pembulatan (integer) berada didalam benda namun tidak fisibel terhadap fitur tembus komponen, maka dilakukan penggeseran (koreksi lubang) dengan memperlebar segitiga yang dibentuk oleh lokator bawah.

Untuk memenuhi posisi koordinat titik penggeseran dibutuhkan komponen tambahan seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Komponen yang dikembangkan.

- Titik koordinat penggeseran yang dipilih adalah yang memiliki jarak terjauh dari titik koordinat lokator bawah hasil pembulatan (integer) asalnya menggunakan persamaan berikut:

$$SP_n L_n' = \sqrt{(XL_n' - XP_n)^2 + (YL_n' - YP_n)^2} \quad (11)$$

dimana:

- $SP_n L_n'$: Jarak penggeseran.
- P_n : Titik penggeseran.
- L_n : Lokator bawah hasil pembulatan.

- XP_n : Koordinat X pergseran.
- YP_n : Koordinat Y penggeseran.
- XL_n' : Koordinat X lokator bawah pembulatan.
- YL_n' : Koordinat Y lokator bawah pembulatan.

- Memverifikasi fisibilitas titik koordinat lokator bawah hasil pembulatan (integer) atau koordinat hasil penggeseran terhadap fitur lubang (*hole*) pada komponen prismatic *presstool* dengan persamaan berikut:

$$XL_b < X_{min} \text{ atau } XL_b > X_{min} \quad (12)$$

atau

$$YL_b < Y_{min} \text{ atau } YL_b > Y_{min} \quad (13)$$

dimana:

- XL_b : Titik koordinat X loaktor bawah.
- YL_b : Titik koordinat Y lokator bawah.
- X_{max} : Titik koordinat +X terjauh fitur lubang.
- Y_{max} : Titik koordinat +Y terjauh fitur lubang.
- X_{min} : Titik koordinat -X terjauh fitur lubang.
- Y_{min} : Titik koordinat -Y terjauh fitur lubang.

- Memverifikasi fisibilitas koordinat lokator bawah yang fisibel dengan menggunakan persamaan (4).

b. Tahap pengecaman (*clamping stage*)

- Menentukan calon titik koordinat pengecaman.
- Menentukan titik awal pengecaman.
- Memverifikasi calon titik pengecaman terhadap fitur komponen prismatic *presstool*.
- Mencari calon titik pengecaman yang fisibel terhadap fitur komponen prismatic *presstool* yang terdekat pada koordinat titik berat benda.
- Menguji fisibilitas titik pengecaman menggunakan persamaan (5).

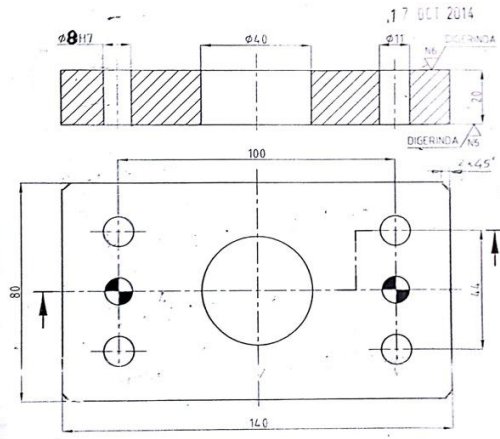
c. Tahap Pemesinan (*Machining stage*)

Titik koordinat lokator (samping dan bawah) dan klem yang dipilih dan fisibel pada kedua

tahap sebelumnya diuji fisibilitasnya saat proses pemesinan dengan menggunakan persamaan (6).

2. Contoh Aplikasi

Model/algorithm yang dikembangkan diuji menggunakan komponen prismatic *presstool* sebagai berikut:



Gambar 8. Balok ganjal *guide post*.

Nama Benda : Balok Ganjal *Guide post*
 No.ID : P8177
 Material : 1.0037
 Dimensi benda-kerja: 20×80×140 mm

Perhitungan dan tahapan pada model/algorithm yang dikembangkan diolah menggunakan *Microsoft Excel 2013* sebagai berikut:

- Tahap penempatan (*locating stage*)

$$F_p = -w_p^{-1} \cdot w_i \cdot F_i > 0$$

Tahap Penempatan									
Lokator	Koordinat			n			Momen		
	X	Y	Z	nx	ny	nz	mx	my	mz
L1	50	0	13	0	1	0	-13	0	50
L2	100	0	13	0	1	0	-13	0	100
L3	0	50	13	1	0	0	13	-50	0
L4	13	75	0	0	0	1	75	-13	0
L5	138	75	0	0	0	1	75	-138	0
L6	63	13	0	0	0	1	13	-63	0

WP-1					
A-1			0		
-1	2	-0.02	0	0	0
1	-1	0.02	0	0	0
1	0	0	0	0	0
-0.1	0.12	0	0.38	0.0096	0.008
0.1	0.08	0	-0.58	0.0064	-0.008
0	-0.2	0	1.2	-0.016	0
(-B-1.T.A-1)			B-1		

	W(f)1	W(f)2	W(f)3
nx	-1	0	0
ny	0	-1	0
mz	50	-70	0
nz	0	0	-1
mx	0	12.5	-40
my	-12.5	0	70

	nx	ny	mz	nz	mx	my
(Fi)1	1	0	1	0	0	1
(Fi)2	0	1	1	0	1	0
(Fi)3	0	0	0	1	1	1

	nx	ny	mz	nz	mx	my
F1	0	0.6	0.6	0	0.6	0
F2	0	0.4	0.4	0	0.4	0
F3	1	0	1	0	0	1
F4	0	0	0	0.2	0.2	0.2
F5	0	0	0	0.2	0.2	0.2
F6	0	0	0	0.6	0.6	0.6
(-Wp-1). Fi.Wi						

$$F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6 > 0$$

- Tahap pengecaman (*clamping stage*)

$$F_p = -w_p^{-1} \cdot w_a \cdot F_a > 0$$

Tahap Pengecaman (Clamping Stage)										
Titik	Koordinat			N			Momen			Gaya (N)
	X	Y	Z	nx	ny	nz	mx	my	mz	
Pengecaman B1	75	75	20	0	0	-1	-75	75	0	4782
W (Gaya Berat)	70	40	10	0	0	-1	-40	70	0	17.2499

	Wa1	Wa2
nx	0	0
ny	0	0
mz	0	0
nz	-1	-1
mx	-75	-40
my	75	70

	nx	ny	mz	nz	mx	my
(Fa)1	0	0	0	4782	4782	4782
(Fa)2	0	0	0	17.2	17.2499	17.2

	nx	ny	mz	nz	mx	my
F1	0	0	0	0	0	0
F2	0	0	0	0	0	0
F3	0	0	0	0	0	0
F4	0	0	0	2395	2395	2395
F5	0	0	0	2395	2395	2395
F6	0	0	0	9.66	9.66	9.66
(-Wp-1). Fa.Wa						

$$F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6 > 0$$

- Tahap pemesinan (*machining stage*)

$$F_p = -w_p^{-1} \cdot w_k \cdot F_k > 0$$

TAHAP PEMESINAN (MACHINING STAGE)										
	Koordinat			N			Momen			Gaya Potong (N)
	X	Y	Z	nx	ny	nz	mx	my	mz	
FK1	140	50	13	-1	0	0	0	-12.5	50	3782
FK2	70	80	13	0	-1	0	12.5	0	-70	3782
FK3	70	40	20	0	0	-1	-40	70	0	3782

	W(fk)1	W(fk)2	W(fk)3
nx	-1	0	0
ny	0	-1	0
mz	50	-70	0
nz	0	0	-1
mx	0	12.5	-40
my	-13	0	70

	nx	ny	mz	nz	mx	my
(FK)1	3782	0	3782	0	0	3782
(FK)2	0	3782	3782	0	3782	0
(FK)3	0	0	0	3782	3782	3782

	nx	ny	mz	nz	mx	my
F1	0	2269	2269	0	2269	0
F2	0	1513	1513	0	1513	0
F3	3782	0	3782	0	0	3782
F4	0	0	0	772	772	772
F5	0	0	0	893	893	893
F6	0	0	0	2118	2118	2118
(-Wp-1).FK.WK						

$$F_p = -w_p^{-1} \cdot w_a F_a - w_p^{-1} \cdot w_k F_k > 0$$

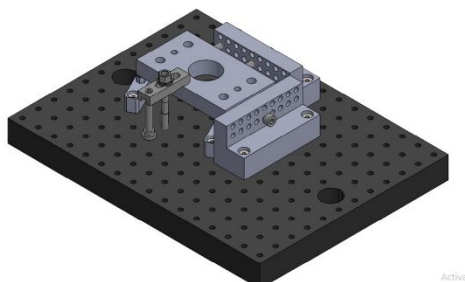
	nx	ny	mz	nz	mx	my
F1	0	2269.2	2269.2	0	2269.2	0
F2	0	1512.8	1512.8	0	1512.8	0
F3	3782	0	3782	0	0	3782
F4	0	0	0	3166	3166	3166.04698
F5	0	0	0	3287.6	3287.6	3287.62298
F6	0	0	0	2127.6	2127.6	2127.57995

Dihasilkan

Koordinat Untuk Lokator (samping dan Bawah)						
Titik Lokator	X	Y	Z	Komponen		
L1	50	0	13	Kipp K038.10835 + Angle Block		
L2	100	0	13	Kipp K038.10835 + Angle Block		
L3	0	50	13	Kipp K038.10835 + Angle Block		
L4	13	75	0	Support Diagonal 50		
L5	138	75	0	Support Diagonal 50		
L6	63	13	0	Support Diagonal 25		

Koordinat Pencekaman				
Titik	X	Y	Z	Komponen
B1	75	75	20	BJ156-08063

Berdasarkan perhitungan diatas dihasilkan $F_p > 0$ (positif) maka koordinat lokator dan klem fisibel. Berikut gambar *assembly*-nya:



Gambar 10. Susunan (*assembly*) 3D penetat (*fixture*) yang dihasilkan.

3. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan aplikasi penggunaan model/ algoritma yang dikembangkan pada salah satu komponen prismatic *presstool* yaitu balok ganjal *guide post*, dihasilkan titik koordinat lokator dan klem yang fisibel ($F_p > 0$).

Model/algoritma yang dikembangkan mampu melakukan penetapan (*fixturing*) untuk komponen prismatic *presstool*. Model/algoritma yang dikembangkan sudah memperhatikan posisi fitur, serta menyarankan koordinat penggeseran untuk koordinat hasil pembulatan (integer) pada lokator bawah yang tidak fisibel. Penetapan modular (*modular fixture*) yang dikembangkan juga dilengkapi dengan komponen tambahan untuk pemenuhan posisi titik koordinat penggeseran.

Saran untuk penelitian selanjutnya ialah:

- Perlunya dibuat suatu program komputer berbasis model/algoritma yang dikembangkan dan terintegrasi dengan software CAD/CAM.
- Deformasi benda kerja perlu dipertimbangkan untuk menghindari cacat pada benda kerja.
- Menghitung kekuatan elemen-elemen penetat (*fixture elements*).
- Elemen pengecam pada penelitian ini masih menggunakan jenis *starps clamp* dan bisa dikembangkan dengan jenis yang lain.

Daftar Pustaka

[1] Ariastuti, R., Anastesia, Toha, I.S., "Algoritma Penentuan Titik Pencekaman Benda Kerja Untuk Proses Pemesinan Komponen Prismatic", *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, Vol. 18, (1998) No. 2.

[2] Nudu, J.H, dan Toha, I.S., "Algoritma Penentuan Titik Pencekaman Hole-Based Modular fixture", *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 10, No. 2, (2008), 112-123.

[3] Vukelic, D., Tadic, B., Luzanin, O., Budak, I., Krizan, P. and Hodolic, J., "A rule-Based System For Fixturing Design", *Scientific Research and Essays* Vol. 6 (27), (2011), pp. 5787-5802.

- [4] Al-Ahmari, A., Khan, A.A., Nasr, E.A., & Kamrani, A., "An Automatic Design System For Creating Prismatic Parts", *South African Journal of Industrial Engineering* Vol 25 (3), (2014), pp 69-83.

- [5] Hoffman, Edward G., "Jig And Fixture Design", (2004): Delmar, Cengage Learning, United States Of America.

- [6] Groover, Mikell P., "Fundamentals Of Modern Manufacturing", (2007) John Wiley & Sons, Inc, United States Of America