

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data dan Analisis Hasil Penelitian

Berdasarkan data kekasaran permukaan pada variasi putaran benda kerja dan pemakanan dengan kedalaman pemotongan yang konstan (data dilampiran). Maka dilakukan perhitungan analisis varian dua arah untuk melihat pengaruh putaran benda kerja dan pemakanan terhadap kekasaran permukaan dengan kedalaman yang konstan.

Dari hasil pengujian dengan menggunakan *surface roughness test* didapatkan nilai kekasaran benda kerja dengan menggunakan *bio cutting fluid* berupa 70% minyak kelapa sawit : 20% soluble oil: 10% air dibandingkan dengan 80% air : 20% soluble oil dan juga dengan tanpa *cutting fluid*.

Tabel 4.1. Hasil pengujian dengan menggunakan *surface roughness test* tanpa *cutting fluid*.

PUTARAN BENDA KERJA (rpm)	PEMAKANAN (0,07mm/put)		$\Sigma$ (jumlah) ( $\mu\text{m}$ )	Nilai Rata- rata ( $\mu\text{m}$ )
	Tanpa <i>Cutting fluid</i>			
	2cm dari ujung awal pemakanan ( $\mu\text{m}$ )	4cm dari ujung awal pemakanan ( $\mu\text{m}$ )		
500	1,69	1,43	3,12	1,56
550	1,55	1,40	2,95	1,475
700	1,54	1,32	2,86	1,43
840	1,35	1,28	2,63	1,315
910	1,21	1,25	2,46	1,23
$\Sigma$ (jumlah)	7,34	6,68	14,02	7,01
Nilai Rata - rata	1,468	1,336	2,804	1,402

Tabel 4.2. Hasil pengujian dengan menggunakan *surface roughness test* menggunakan *cutting fluid*.

PUTARAN BENDA KERJA (rpm)	PEMAKANAN (0,07mm/put)		$\Sigma$ (jumlah) ( $\mu\text{m}$ )	Nilai Rata- rata ( $\mu\text{m}$ )
	Menggunakan <i>Cutting fluid</i>			
	2cm dari ujung awal pemakanan ( $\mu\text{m}$ )	4cm dari ujung awal pemakanan ( $\mu\text{m}$ )		
500	1,42	1,60	3,02	1,51
550	1,25	1,59	2,84	1,42
700	1,23	1,52	2,75	1,375
840	1,15	1,33	2,48	1,24
910	1,12	1,18	2,30	1,15
$\Sigma$ (jumlah)	6,17	7,22	13,39	6,695
Nilai Rata - rata	1,234	1,444	2,678	1,339

Tabel 4.3. Hasil pengujian dengan menggunakan *surface roughness test* menggunakan *bio cutting fluid*.

PUTARAN BENDA KERJA (rpm)	PEMAKANAN (0,07mm/put)		$\Sigma$ (jumlah) ( $\mu\text{m}$ )	Nilai Rata- rata ( $\mu\text{m}$ )
	Menggunakan <i>Bio Cutting fluid</i>			
	2cm dari ujung awal pemakanan ( $\mu\text{m}$ )	4cm dari ujung awal pemakanan ( $\mu\text{m}$ )		
500	1,49	1,15	2,64	1,32
550	1,41	1,42	2,83	1,415
700	1,33	1,34	2,67	1,335
840	1,32	1,32	2,64	1,32
910	1,18	1,31	2,49	1,245
$\Sigma$ (jumlah)	6,73	6,54	13,27	6,635
Nilai Rata - rata	1,346	1,308	2,654	1,327

- Jumlah seluruh kekasaran permukaan  $= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t Y_{ijk} = 40,68$

$$\bullet \text{ FK} = \frac{[\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t Y_{ijk}]^2}{5.6} = \frac{(40,68)^2}{30} = 55,16208$$

$$\bullet \text{ JKT} = [\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^t Y_{ijk}]^2 - \text{FK} = [(1,69)^2 + (1,55)^2 + (1,54)^2 + (1,35)^2 + \dots + (1,31)^2] = 55,7984 - 55,16208 = 0,63632$$

$$\bullet \text{ JKA} = \frac{\{(\sum \text{Garis Tabel 4.1})^2 + (\sum \text{Garis Tabel 4.2})^2 + (\sum \text{garis Tabel 4.3})^2\}}{y.z} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(14,02)^2 + (13,39)^2 + (13,27)^2\}}{3.5} - \text{FK} = \frac{\{(196,5604) + (179,2921) + (176,0929)\}}{15} - 55,16208 = \frac{551,9454}{15} - 55,16208 = 18,36572$$

$$\bullet \text{ JKP} = \frac{\{(\sum_1)^2 + (\sum_2)^2 + (\sum_3)^2 + (\sum_4)^2 + (\sum_5)^2 + (\sum_6)^2\}}{z} - \text{FK} = \frac{\{(7,34)^2 + (6,68)^2 + (6,17)^2 + (7,22)^2 + (6,73)^2 + (6,54)^2\}}{5} - \text{FK} = \frac{\{(53,8756) + (44,6224) + (38,0689) + (52,1284) + (45,2929) + (42,7716)\}}{5} - \text{FK} = 9,2253 - 55,16208 = -45,93678$$

$$\bullet \text{ JKB} = \frac{\{(\sum \text{Kolom Tabel 2 cm dari ujung})^2 + (\sum \text{Kolom Tabel 4 cm dari ujung})^2\}}{\alpha.z} - \text{FK} = \frac{\{(20,24)^2 + (20,44)^2\}}{2.5} - \text{FK} = \frac{\{(409,6576) + (417,7936)\}}{10} - 55,16208 = 27,58304$$

$$\bullet \text{ JKAB} = \text{JKP} - \text{JKA} - \text{JKB}$$

$$= 45,93678 - 18,36572 - 27,58304$$

$$= 0,01198$$

$$\bullet \text{ JKG} = \text{JKT} - \text{JKA} - \text{JKB} - \text{JKAB}$$

$$= 0,63632 - (-18,36572) - 27,58304 - (-55,1541)$$

$$= 46,5731$$

Dimana :

FK : Frekuensi Komulatif

JKT : Jangkauan Kuartil Tengah

JKA : Jangkauan Kuartil Atas

JKB : Jangkauan Kuartil Bawah

JKP : Jangkauan Kuartil Tengah

JKG : Jangkauan Kuartil Galat

F Tabel dengan  $\alpha = 5\% \rightarrow F(\alpha, v_1, v_2)$

$$F_1 \text{ Tabel} = v_1 = (x-1) = (2-1) = 1$$

$$v_2 = (x \cdot y) \cdot (z-1) = (2 \cdot 3) \cdot (5-1) = 6 \cdot 4 = 24$$

$$F_1 \text{ Tabel}(5\%, 1, 24) = 4,26$$

$$F_2 \text{ Tabel} = v_1 = (x-1) = (2-1) = 1$$

$$v_2 = (x \cdot y) \cdot (z-1) = (2 \cdot 3) \cdot (5-1) = 6 \cdot 4 = 24$$

$$F_3 \text{ Tabel}(5\%, 1, 24) = 4,26$$

$$F_3 \text{ Tabel} = v_1 = (x-1) = (2-1) = 1$$

$$v_2 = (x \cdot y) \cdot (z-1) = (2 \cdot 3) \cdot (5-1) = 6 \cdot 4 = 24$$

$$F_2 \text{ Tabel}(5\%, 1, 24) = 4,26$$

Tabel 4.4 Analisa Varian

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>
Pengaruh tanpa <i>cutting fluid</i>	(x-1) = 2 - 1 = 1	JKA = -18,36572	$\delta_1^2 = JKA/(x-1)$ $= \frac{18,36572}{1}$ $= 18,36572$	$F_1 = \delta_1^2 / \delta^2$ $= 18,36572 / 1,9405$ $= 9,464426694$
Pengaruh dengan <i>cutting fluid</i>	(y-1) = 3 - 1 = 2	JKB = 27,58304	$\delta_2^2 = JKB/(y-1)$ $= 27,58304/2$ $= 13,79152$	$F_2 = \delta_2^2 / \delta^2$ $= 13,79152 / 1,9405$ $= 7,107199175$
Pengaruh Dengan <i>Bio cutting fluid</i>	(x-1)(y-1) = (1)(2) = 2	JKAB = - 55,1541	$\delta_3^2 = JKAB/(x-1)(y-1)$ $= 0,01198/2$ $= 0,00599$	$F_3 = \delta_3^2 / \delta^2$ $= 0,00599 / 1,9405$ $= 0,00308$
Galat	(x.y) (z-1) = (2 . 3)(5 - 1) = 24	JKG = 46,5731	$\delta^2 = JKG/(x.y) (z-1)$ $= 46,5731/24$ $= 1,9405$	
Jumlah ( $\Sigma$ )	29	0,63632		

## Hasil Analisa

1.  $F_1$  hitung >  $F_1$  Tabel = 9,46 > 4,26

Keterangan :

Variasi putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan tanpa *cutting fluid* yang diberikan pada specimen berpengaruh pada kekerasan, hal ini sesuai dengan hipotesa  $H_1^1 : \alpha_1 \neq \alpha_2$ .

2.  $F_2$  hitung >  $F_2$  Tabel = 7,11 > 4,26

Keterangan :

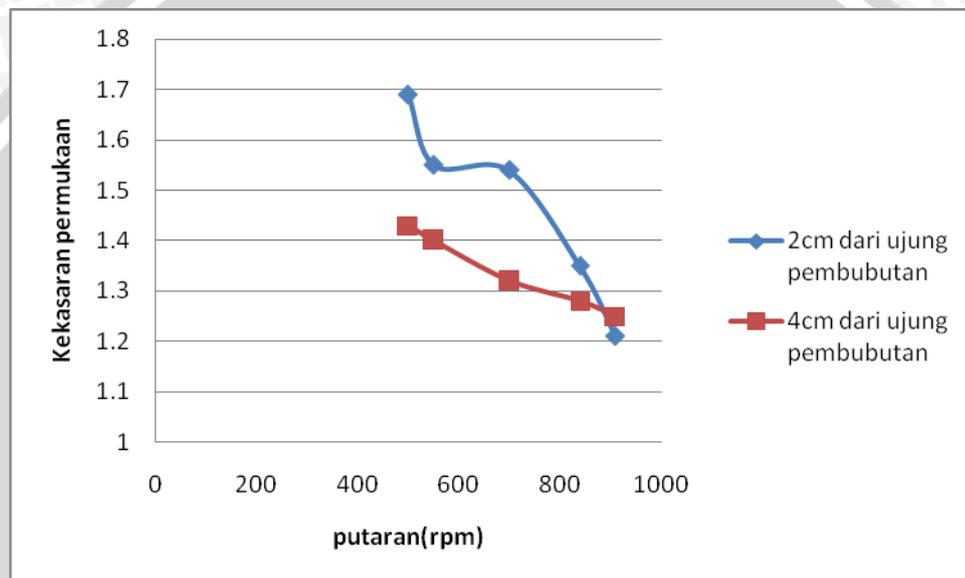
Variasi putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan menggunakan *Cutting Fluid* yang diberikan pada spesimen berpengaruh pada kekerasan, hal ini sesuai dengan hipotesa  $H_1^2 : \beta_1 \neq \beta_2$

$$3. F_3 \text{ hitung} < F_3 \text{ Tabel} = 0,003 < 4,26$$

Keterangan :

Variasi putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan menggunakan *Bio Cutting Fluid* yang diberikan pada spesimen tidak berpengaruh pada kekerasan, hal ini sesuai dengan hipotesa  $H_1^3 : (\alpha\beta)_1 \neq (\alpha\beta)_2$

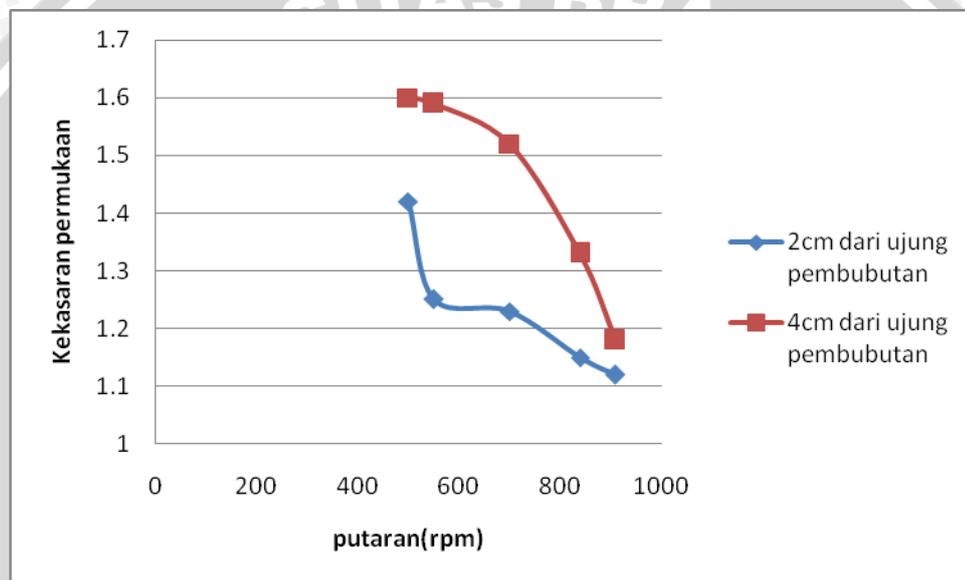
#### 4.2. Pembahasan dan Grafik



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan tanpa *cutting fluid*

Dari Gambar 4.1, diatas dengan menggunakan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) 0,07mm/putaran dan pemakanan 0,5mm/putaran dengan variasi kecepatan pemakanan yang berbeda dengan mengetahui putaran benda kerjanya dapat disimpulkan bahwa tanpa menggunakan *cutting fluid* kekasaran permukaan yang didapat dari benda kerja yang dibubut sudah cukup halus. Didapatkan bahwa saat putaran 500 rpm pada jarak 2cm dari awal pembubutan pada suatu benda kerja di dapatkan kekasaran permukaannya 1,69 $\mu$ m, sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan specimen yg sama didapatkan data yang lebih halus yaitu 1,43 $\mu$ m. pada putaran 550 rpm di dapatkan pada jarak 2cm dari pembubutan pada benda kerja kekasaran permukaannya 1,55 $\mu$ m sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan pada specimen yang sama kekasaran permukaannya adalah 1,40 $\mu$ m. pada putaran 700 rpm di dapatkan jarak 2cm dari awal pembubutan dengan specimen yg berbeda

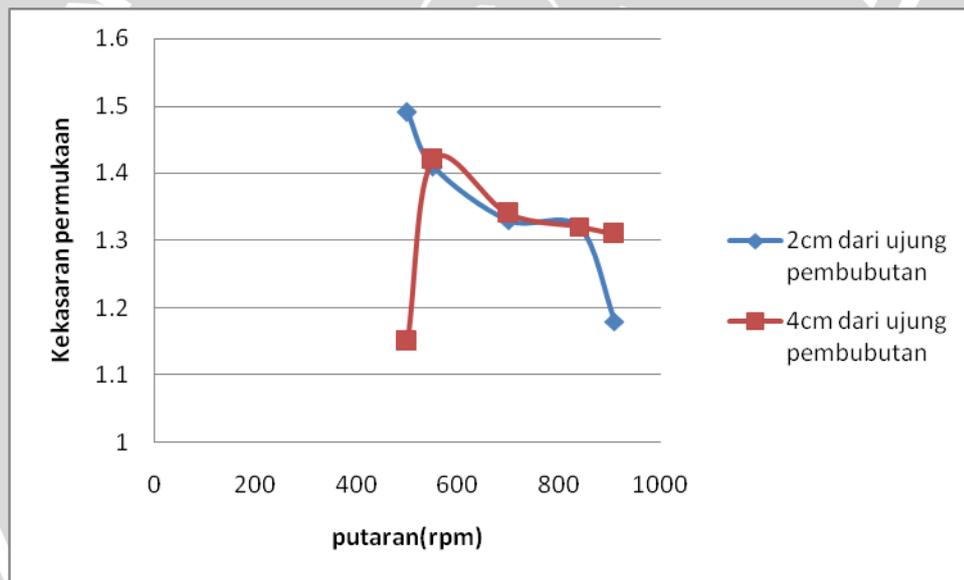
nilai kekasarannya adalah  $1,54\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm dari awal mata pahat memakan benda kerja  $1,32\mu\text{m}$ . pada putaran 840 rpm di dapatkan kekasaran permukaannya  $1,35\mu\text{m}$  dari jarak 2cm dari ujung awal pahat mulai memakan specimen yang baru sedangkan pada jarak 4cm didapatkan kekasaran permukaannya  $1,28\mu\text{m}$ . Namun terjadi penyimpangan pada putaran benda kerja 910 rpm di dapatkan pada jarak 2cm dari ujung specimen kekasaran permukaannya  $1,21\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm didapatkan kekasaran permukaannya  $1,25\mu\text{m}$  hal ini sesuai dengan dasar teori bahwa semakin cepat putaran benda kerja maka semakin halus pula kekasaran permukaannya.



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan dengan *cutting fluid*

Dari Gambar 4.2, diatas dengan menggunakan kedalaman pemakanan (*depth of cut*)  $0,07\text{mm}/\text{putaran}$  dan pemakanan  $0,5\text{mm}/\text{putaran}$  dengan variasi kecepatan pemakanan yang berbeda dengan mengetahui putaran benda kerjanya dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan *cutting fluid* kekasaran permukaan yang didapat dari benda kerja yang dibubut lebih halus dibandingkan dengan tanpa *cutting fluid*. Didapatkan bahwa saat putaran 500 rpm pada jarak 2cm dari awal pembubutan pada suatu benda kerja di dapatkan kekasaran permukaannya  $1,42\mu\text{m}$ , sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan specimen yg sama didapatkan data yang lebih halus yaitu  $1,60\mu\text{m}$ . pada putaran 550 rpm di dapatkan pada jarak 2cm dari pembubutan pada benda kerja kekasaran permukaannya  $1,25\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan pada specimen yang sama kekasaran

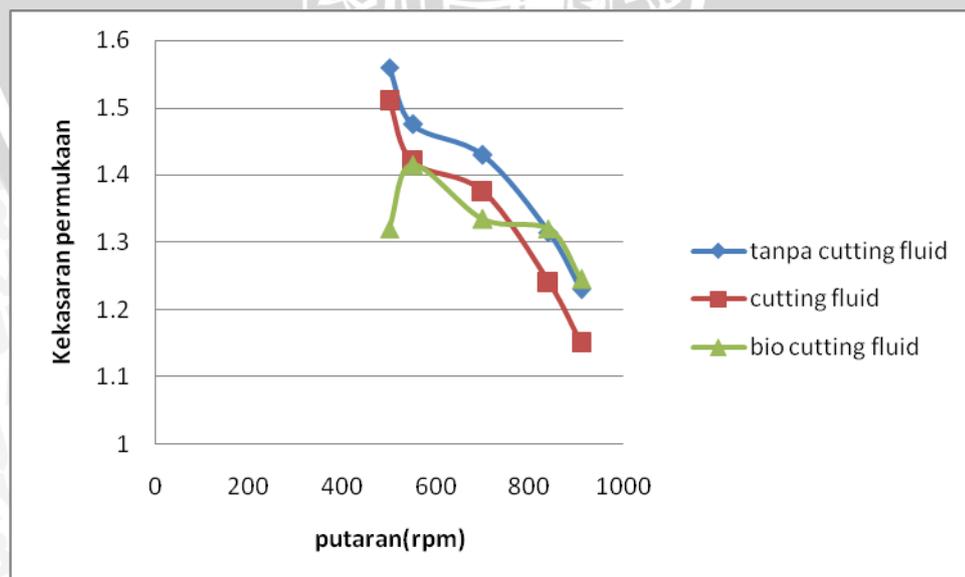
permukaannya adalah  $1,59\mu\text{m}$ . pada putaran 700 rpm di dapatkan jarak 2cm dari awal pembubutan dengan specimen yg berbeda nilai kekasarannya adalah  $1,23\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm dari awal mata pahat memakan benda kerja  $1,52\mu\text{m}$ . pada putaran 840 rpm di dapatkan kekasaran permukaannya  $1,15\mu\text{m}$  dari jarak 2cm dari ujung awal pahat mulai memakan specimen yang baru sedangkan pada jarak 4cm didapatkan kekasaran permukaannya  $1,33\mu\text{m}$ . pada putaran 910 rpm di dapatkan pada jarak 2cm dari pembubutan pada benda kerja kekasaran permukaannya  $1,12\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan pada specimen yang sama kekasaran permukaannya adalah  $1,18\mu\text{m}$ . tidak terjadi penyimpangan sama sekali karena semakin dalam pembubutan maka semakin kasar permukaannya jika menggunakan cairan pendingin hal ini sesuai dengan dasar teori bahwa semakin tinggi putaran benda kerja maka semakin halus pula kekasaran permukaannya.



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan dengan *bio cutting fluid*

Dari Gambar 4.3, diatas dengan menggunakan kedalaman pemakanan (*depth of cut*)  $0,07\text{mm}/\text{putaran}$  dan pemakanan  $0,5\text{mm}/\text{putaran}$  dengan variasi kecepatan pemakanan yang berbeda dengan mengetahui putaran benda kerjanya dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan *bio cutting fluid* kekasaran permukaan yang didapat dari benda kerja yang dibubut lebih halus dibandingkan dengan tanpa *cutting fluid*. Didapatkan bahwa saat putaran 500 rpm pada jarak 2cm dari awal pembubutan pada suatu benda kerja di dapatkan kekasaran permukaannya  $1,49\mu\text{m}$ , sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan specimen yg sama didapatkan data

yang lebih halus yaitu  $1,15\mu\text{m}$ . pada putaran 550 rpm di dapatkan pada jarak 2cm dari pembubutan pada benda kerja kekasaran permukaannya  $1,41\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan pada specimen yang sama kekasaran permukaannya adalah  $1,42\mu\text{m}$ . pada putaran 700 rpm di dapatkan jarak 2cm dari awal pembubutan dengan specimen yg berbeda nilai kekasarannya adalah  $1,33\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm dari awal mata pahat memakan benda kerja  $1,34\mu\text{m}$ . pada putaran 840 rpm di dapatkan kekasaran permukaannya  $1,32\mu\text{m}$  dari jarak 2cm dari ujung awal pahat mulai memakan specimen yang baru sedangkan pada jarak 4cm didapatkan kekasaran permukaannya  $1,32\mu\text{m}$ . pada putaran 910 rpm di dapatkan pada jarak 2cm dari pembubutan pada benda kerja kekasaran permukaannya  $1,18\mu\text{m}$  sedangkan pada jarak 4cm dari awal pembubutan pada specimen yang sama kekasaran permukaannya adalah  $1,31\mu\text{m}$ . terjadi penyimpangan pada putaran 500rpm ketika pengukuran kekasaran permukaan berjarak 4cm dari ujung benda didapatkan kekasaran yg di dapatkan lebih halus dibandingkan jarak 2cm dari ujung pemakanan hal ini di karenakan *bio cutting fluid* yang di berikan saat proses pembubutan tidak menyerap secara merata di dapatkan pada specimen tersebut *bio cutting fluid* yang diberikan membentuk pola yang tidak beraturan pada permukaan spesimennya di karenakan putaran yang diberikan tergolong rendah sehingga *bio cutting fluid* tidak berfungsi secara sempurna.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan antara putaran benda kerja terhadap kekasaran permukaan tanpa *cutting fluid*, dengan *cutting fluid*, dengan *bio cutting fluid*

Dari Gambar 4.4, diatas dengan menggunakan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) 0,07mm/putaran dan pemakanan 0,5mm/putaran dengan variasi kecepatan pemakanan yang berbeda dengan mengetahui putaran benda kerjanya dapat disimpulkan bahwa pada putaran 500rpm ; 550rpm ; 700rpm di dapatkan *bio cutting fluid* lebih unggul dibandingkan dengan menggunakan *cutting fluid* dan tanpa *cutting fluid* pada putaran 500rpm didapatkan kekasaran permukaan yang di miliki oleh *bio cutting fluid* adalah 1,32 $\mu$ m sedangkan dengan menggunakan *cutting fluid* dan tanpa *cutting fluid* didapatkan kekasaran permukaannya masing - masing 1,51 $\mu$ m dan 1,56 $\mu$ m. Pada putaran 550rpm didapatkan kekasaran permukaan yang di miliki oleh *bio cutting fluid* adalah 1,415 $\mu$ m sedangkan dengan menggunakan *cutting fluid* dan tanpa *cutting fluid* didapatkan kekasaran permukaannya masing - masing 1,42 $\mu$ m dan 1,475 $\mu$ m. Pada putaran 700rpm didapatkan kekasaran permukaan yang di miliki oleh *bio cutting fluid* adalah 1,335 $\mu$ m sedangkan dengan menggunakan *cutting fluid* dan tanpa *cutting fluid* didapatkan kekasaran permukaannya masing - masing 1,375 $\mu$ m dan 1,43 $\mu$ m. Namun pada putaran 840rpm dan 910rpm terjadi peningkatan kekasaran permukaan hal ini disebabkan pada saat pemesinan di lakukan dalam hal ini pembubutan specimen mengeluarkan asap atau terjadi penguapan oleh *bio cutting fluid* saat pembubutan yang menyebabkan struktur permukaan pada benda kerja berubah.

Dari kedua grafik diatas diperoleh persamaan.

$$2 Ra = C_1 \cdot n^2 + C_2 / C_{fl}^4$$

$$Ra = \frac{1}{2} \left[ 0,5 \cdot n^2 + \frac{1325750000}{C_{fluid}^4} \right]$$

Dimana :  $Ra$  = kekasaran permukaan

$C_1$  dan  $C_2$  = koefisien

$n$  = banyaknya pemakanan

$C_{fl}$  = *cutting fluid*

$$1,56\mu\text{m} = \frac{1}{2} \left[ 0,5 \cdot 1^2 + \frac{1.325.750.000}{500^4} \right]$$

$$1,475\mu\text{m} = \frac{1}{2} \left[ 0,5 \cdot 1^2 + \frac{1.325.750.000}{550^4} \right]$$

$$1,43\mu\text{m} = \frac{1}{2} \left[ 0,5 \cdot 1^2 + \frac{1.325.750.000}{700^4} \right]$$

$$1,315\mu\text{m} = \frac{1}{2} \left[ 0,5 \cdot 1^2 + \frac{1.325.750.000}{840^4} \right]$$

$$1,23\mu\text{m} = \frac{1}{2} \left[ 0,5 \cdot 1^2 + \frac{1.325.750.000}{910^4} \right]$$

Dari kedua grafik diatas didapatkan persamaan

$$2V = C_1 \cdot n^2 + C_2 / X_{tipe}^4$$

$$V = \frac{1}{2} [C_1 \cdot n^2 + C_2 / X_{tipe}^4]$$

Dimana :  $V$  = kecepatan pemotongan

$C_1$  dan  $C_2$  = koefisien

$n$  = banyaknya pemotongan

$X_{tipe}$  = perbandingan *cutting fluid* yang digunakan

$$500\text{rpm} = \frac{1}{2} \left[ 600 \cdot 1^2 + \frac{2368}{1,56^4} \right]$$

$$550\text{rpm} = \frac{1}{2} \left[ 600 \cdot 1^2 + \frac{2368}{1,475^4} \right]$$

$$700\text{rpm} = \frac{1}{2} \left[ 600 \cdot 1^2 + \frac{2368}{1,43^4} \right]$$

$$840\text{rpm} = \frac{1}{2} \left[ 600 \cdot 1^2 + \frac{2368}{1,315^4} \right]$$

$$910\text{rpm} = \frac{1}{2} \left[ 600 \cdot 1^2 + \frac{2368}{1,23^4} \right]$$

