

Simulasi Garis Upah pada Struktur Pengupahan Model Linier, Kudratik dan Polynomial

Heru Wiryanto

December 14, 2016

```
knitr::opts_chunk$set(echo = TRUE)
```

Simulasi Skala Upah

Dalam skala upah mempunyai data golongan jabatan sebagai hasil proses evaluasi jabatan yang didalamnya ada nilai bobot jabatan. Di dalam Teori mengatakan bahwa bentuk struktur upah berupa garis upah bisa berbentuk : Linier Sederhana, Kuadratik, Polynomial (perpangkatan).

Dalam Prakteknya, praktisi sering mengambil jalan pintas untuk mudahnya menggunakan pendekatan garis upah yang linier sederhana, padahal datanya belum tentu cocok dengan model ini.

Simulasi ini untuk menyusun simulasi bagaimana kita membuat simulasi garis upah dalam struktur upah.

Data struktur upah yang kita pergunakan untuk simulasi ini adalah:

Yang pertama kita menggunakan data sturktur upah sebagai berikut :

UNM STAFF SALARY STRUCTURE (NON-CLINICAL)															
Grade	MINIMUM			1st QUARTILE			MIDPOINT			3rd QUARTILE			MAXIMUM		
	Hourly	Monthly	Annual	Hourly	Monthly	Annual	Hourly	Monthly	Annual	Hourly	Monthly	Annual	Hourly	Monthly	Annual
2	Eliminate Grade 2														
3	9.00	1,560.00	18,720.00	10.53	1,824.33	21,892.00	12.05	2,088.67	25,064.00	14.46	2,506.40	30,076.80	16.87	2,924.13	35,089.60
4	9.04	1,566.52	18,798.29	10.84	1,879.60	22,555.15	12.65	2,192.67	26,312.00	15.18	2,631.20	31,574.40	17.71	3,069.73	36,836.80
5	9.49	1,644.85	19,738.21	11.39	1,974.23	23,690.70	13.29	2,303.60	27,643.20	15.95	2,763.80	33,165.60	18.60	3,224.00	38,688.00
6	9.96	1,727.14	20,725.71	11.96	2,072.57	24,870.86	13.95	2,418.00	29,016.00	16.74	2,901.60	34,819.20	19.53	3,385.20	40,622.40
7	10.23	1,773.78	21,285.33	12.79	2,217.22	26,606.67	15.35	2,660.67	31,928.00	17.91	3,104.11	37,249.33	20.47	3,547.56	42,570.67
8	11.25	1,950.58	23,406.93	14.07	2,438.22	29,258.67	16.88	2,925.87	35,110.40	19.69	3,413.51	40,962.13	22.51	3,901.16	46,813.87
9	12.38	2,145.87	25,750.40	15.48	2,682.33	32,188.00	18.57	3,218.80	38,625.60	21.67	3,755.27	45,063.20	24.76	4,291.73	51,500.80
10	13.62	2,360.80	28,329.60	17.03	2,951.00	35,412.00	20.43	3,541.20	42,494.40	23.84	4,131.40	49,576.80	27.24	4,721.60	56,659.20
11	14.98	2,596.53	31,158.40	18.73	3,245.67	38,948.00	22.47	3,894.80	46,737.60	26.22	4,543.93	54,527.20	29.96	5,193.07	62,316.80
12	17.23	2,986.30	35,835.63	21.53	3,732.62	44,791.42	25.84	4,478.93	53,747.20	30.15	5,225.42	62,705.07	34.45	5,971.91	71,662.93
13	19.81	3,434.31	41,211.73	24.77	4,292.89	51,514.67	29.72	5,151.47	61,817.60	34.67	6,010.04	72,120.53	39.63	6,868.62	82,423.47
14	22.83	3,956.33	47,476.00	28.50	4,940.43	59,285.20	34.18	5,924.53	71,094.40	39.88	6,911.96	82,943.47	45.57	7,899.38	94,792.53
15	27.34	4,738.93	56,867.20	34.18	5,923.67	71,084.00	41.01	7,108.40	85,300.80	47.85	8,293.13	99,517.60	54.68	9,477.87	113,734.40
16	32.81	5,687.64	68,251.73	41.02	7,109.56	85,314.67	49.22	8,531.47	102,377.60	57.42	9,953.38	119,440.53	65.63	11,375.29	136,503.47
17	39.37	6,824.71	81,896.53	49.22	8,530.89	102,370.67	59.06	10,237.07	122,844.80	68.90	11,943.24	143,318.93	78.75	13,649.42	163,793.07
18	47.25	8,189.42	98,273.07	59.06	10,236.78	122,841.33	70.87	12,284.13	147,409.60	82.68	14,331.49	171,977.87	94.49	16,378.84	196,546.13
19	56.69	9,826.84	117,922.13	70.87	12,283.56	147,402.67	85.04	14,740.27	176,883.20	99.21	17,196.98	206,363.73	113.39	19,653.69	235,844.27
20	68.03	11,792.44	141,509.33	85.04	14,740.56	176,886.67	102.05	17,688.67	212,264.00	119.06	20,636.78	247,641.33	136.07	23,584.89	283,018.67

[UNM Staff Salary Range Structure - August 20, 2016 \(PDF\)](#)

Figure 1: Salary

Data yang digunakan pada kolom Mid point dan kolom Monthly, dari data tersebut grade yang digunakan mulai 3 hingga 20.

Model Linier

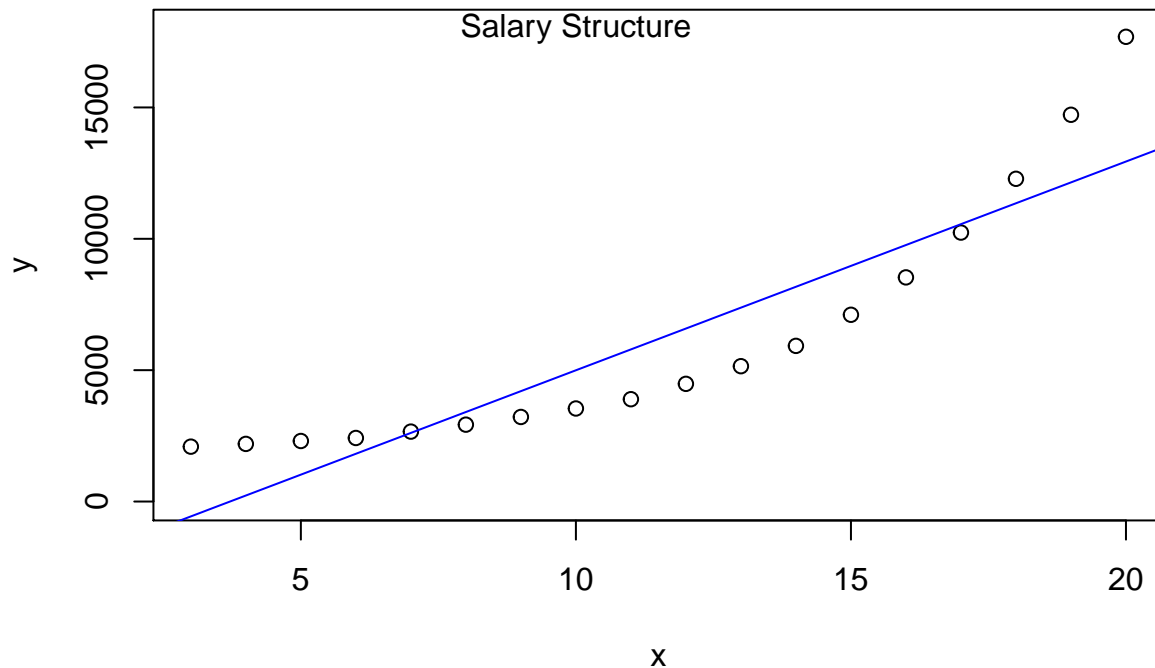
Kita analisa dengan menggunakan model linier sederhana dengan persamaan $y = mx + b$, dimana x: adalah grade dan y : tingkat upahnya.

```
x <- (3:20)
y <- c(2088.67, 2192.67, 2303.6, 2418, 2660.67, 2925.87, 3218.8, 3541.2, 3894.8, 4479.3, 5151.47, 5924.17)
plot(x,y, xlim=c(3,20), ylim=c(0,18000))
text(10,18000, "Salary Structure")

#Garis upahnya berupa garis lurus

#Berikut hasil uji signifikansinya

fit1 <- lm( y~x )
xx <- seq(0,21, length.out=250)
lines(xx, predict(fit1, data.frame(x=xx)), col='blue', xlab="Grade", ylab="Salary")
```



```
summary(fit1)

##
## Call:
## lm(formula = y ~ x)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2249.1 -1758.4  -400.3   1193.9   4747.7
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  -2950.2     1193.5  -2.472   0.0251 *
## x              794.6       94.6    8.399 2.93e-07 ***
## ---
```

```
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 2082 on 16 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.8151, Adjusted R-squared:  0.8036
## F-statistic: 70.54 on 1 and 16 DF,  p-value: 2.934e-07
```

Model Polinomial derajat 2

Kita Lanjutkan analisa dengan menggunakan model Kuadratik dengan persamaan $y = ax^2 + bx + c$, dimana x: adalah grade dan y : tingkat upahnya.

```
plot(x,y, xlim=c(3,20), ylim=c(0,18000), xlab="Grade", ylab="Salary")
text(10,18000, "Salary Structure")
fit2 <- lm( y~poly(x,2) )
lines(xx, predict(fit2, data.frame(x=xx)), col='red')
```



#Bentuk garis upah sudah tidak berupa garis lurus namun sudah berbentuk kurva

#Hasil Uji Signifikansinya sebagai berikut :

```
summary(fit2)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = y ~ poly(x, 2))
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -897.72 -519.67   32.05  444.21 1194.75
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    6187.2     147.7    41.89  < 2e-16 ***
```

```
## poly(x, 2) 1 17489.4      626.7    27.91 2.42e-14 ***
## poly(x, 2) 2  7968.0      626.7    12.71 1.95e-09 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 626.7 on 15 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9843, Adjusted R-squared:  0.9822
## F-statistic: 470.2 on 2 and 15 DF,  p-value: 2.945e-14
```

Model Polinomial derajat 3

Kita Lanjutkan analisa dengan menggunakan model Polynomial pangkat 3 dengan persamaan $y = ax^3 + bx^2 + c$, dimana x: adalah grade dan y : tingkat upahnya.

```
plot(x,y, xlim=c(3,20), ylim=c(0,18000), xlab="Grade", ylab="Salary")
text(10,18000, "Salary Structure")
```

#Bentuk garis upah sudah tidak berupa garis lurus namun sudah berbentuk kurva

#Hasil Uji Signifikansinya sebagai berikut :

```
fit3 <- lm( y~poly(x,3) )
lines(xx, predict(fit3, data.frame(x=xx)), col='green')
```



```
summary(fit3)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = y ~ poly(x, 3))
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -178.18  -65.00  -29.70   83.73  169.31
```

```
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  6187.20      25.59  241.77 < 2e-16 ***
## poly(x, 3)1 17489.37     108.57  161.08 < 2e-16 ***
## poly(x, 3)2  7967.98     108.57   73.39 < 2e-16 ***
## poly(x, 3)3  2392.95     108.57   22.04 2.87e-12 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 108.6 on 14 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9996, Adjusted R-squared:  0.9995
## F-statistic: 1.061e+04 on 3 and 14 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Model Polinomial derajat 9

Kita Lanjutkan analisa dengan menggunakan model Polynomial pangkat 9 dengan persamaan. dimana x: adalah grade dan y : tingkat upahnya.

```
plot(x,y, xlim=c(3,20), ylim=c(0,18000), xlab="Grade", ylab="Salary")
text(10,18000, "Salary Structure")

#Bentuk garis upah sudah tidak berupa garis lurus namun sudah berbentuk kurva

#Hasil Uji Signifikansinya sebagai berikut :
fit4 <- lm( y~poly(x,9) )
lines(xx, predict(fit4, data.frame(x=xx)), col='red')
```



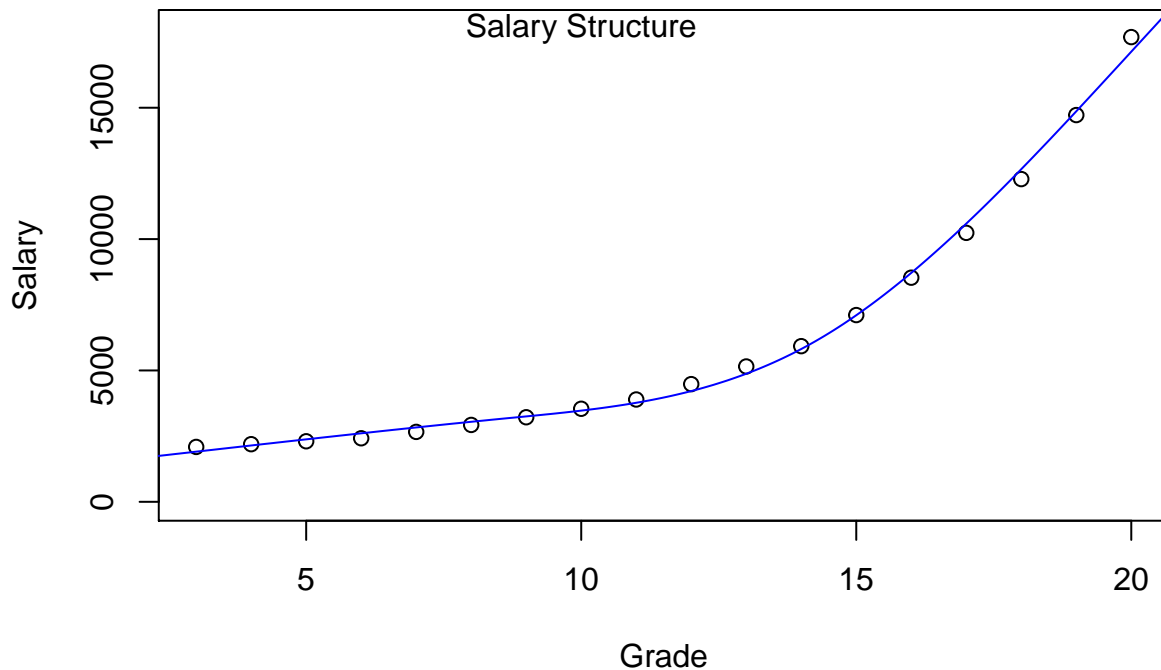
```
summary(fit4)

##
## Call:
## lm(formula = y ~ poly(x, 9))
```

```
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -55.439  -6.320   1.484   9.345  39.758
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  6187.1994     7.9766  775.671 < 2e-16 ***
## poly(x, 9)1 17489.3670    33.8417  516.799 < 2e-16 ***
## poly(x, 9)2  7967.9790    33.8417  235.448 < 2e-16 ***
## poly(x, 9)3  2392.9517    33.8417   70.710 1.78e-12 ***
## poly(x, 9)4   366.1187    33.8417   10.819 4.70e-06 ***
## poly(x, 9)5  -113.7031    33.8417   -3.360 0.00993 **
## poly(x, 9)6    0.1053    33.8417    0.003 0.99759
## poly(x, 9)7   92.4682    33.8417    2.732 0.02575 *
## poly(x, 9)8    5.9130    33.8417    0.175 0.86564
## poly(x, 9)9   17.7920    33.8417    0.526 0.61333
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 33.84 on 8 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  1, Adjusted R-squared:  0.9999
## F-statistic: 3.641e+04 on 9 and 8 DF, p-value: < 2.2e-16
```

Model Polinomial derajat 3 dengan Natural Spine Smoothing

```
library(splines)
plot(x,y, xlim=c(3,20), ylim=c(0,18000), xlab="Grade", ylab="Salary")
text(10,18000, "Salary Structure")
fit5 <- lm( y~ns(x,3) )
lines(xx, predict(fit5, data.frame(x=xx)), col='blue')
```



```
summary(fit5)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = y ~ ns(x, 3))
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -376.44 -163.18  -12.23  120.97  554.98
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   1908.2      184.4   10.348 6.10e-08 ***
## ns(x, 3)1     1926.8      252.0    7.645 2.31e-06 ***
## ns(x, 3)2    12048.1      463.3   26.003 2.99e-13 ***
## ns(x, 3)3    14472.2      194.7   74.340 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 257.2 on 14 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9975, Adjusted R-squared:  0.997
## F-statistic: 1887 on 3 and 14 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Model Polinomial derajat 9 dengan Natural Spine

Kita Lanjutkan analisa dengan menggunakan model Polynomial pangkat 3 dengan persamaan $y = ax^3 + bx^2 + c$, dimana x: adalah grade dan y : tingkat upahnya dengan digunakan teknik smoothing.



```
##
## Call:
## lm(formula = y ~ ns(x, 9))
##
```

```
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -63.476 -13.924   0.302  18.170  44.948
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  2090.31     34.66   60.316 6.34e-12 ***
## ns(x, 9)1      427.00     61.37    6.957 0.000118 ***
## ns(x, 9)2     1086.42     70.66   15.375 3.18e-07 ***
## ns(x, 9)3     1502.84     67.20   22.364 1.69e-08 ***
## ns(x, 9)4     2649.85     69.36   38.204 2.42e-10 ***
## ns(x, 9)5     3936.46     67.70   58.149 8.50e-12 ***
## ns(x, 9)6     6743.13     66.76  101.007 1.03e-13 ***
## ns(x, 9)7     9975.43     56.45  176.723 1.18e-15 ***
## ns(x, 9)8    13882.56     91.84  151.152 4.11e-15 ***
## ns(x, 9)9    15468.13     44.06  351.057 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 36.38 on 8 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  1, Adjusted R-squared:  0.9999
## F-statistic: 3.15e+04 on 9 and 8 DF, p-value: < 2.2e-16
```

Model Geometri

Kita Lanjutkan analisa dengan menggunakan model persamaan geometris $y = \cos(x \cdot \phi)$ dengan persamaan. dimana x: adalah grade dan y : tingkat upahnya, cos = cosinus, dan phi = adalah koefisien phi.



```
##
## Call:
## lm(formula = y ~ x + cos(x * pi))
##
## Residuals:
```



```
##      Min      1Q  Median      3Q      Max
## -2326.7 -1714.3  -398.8  1229.6  4679.2
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) -2932.87    1236.42  -2.372  0.0315 *
## x              793.05      98.08   8.086 7.55e-07 ***
## cos(x * pi)   81.37     508.85   0.160  0.8751
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 2149 on 15 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.8154, Adjusted R-squared:  0.7908
## F-statistic: 33.13 on 2 and 15 DF,  p-value: 3.135e-06
```

Uji Perbandingan Model

```
## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ x
## Model 2: y ~ poly(x, 2)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
## 1      16 69379942
## 2      15 5891253  1  63488689 161.65 1.954e-09 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ poly(x, 2)
## Model 2: y ~ poly(x, 3)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
## 1      15 5891253
## 2      14 165035  1  5726218 485.76 2.871e-12 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ poly(x, 3)
## Model 2: y ~ poly(x, 9)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
## 1      14 165035
## 2       8  9162  6  155873 22.684 0.0001301 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ poly(x, 9)
## Model 2: y ~ ns(x, 3)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
## 1       8  9162
## 2      14 925952 -6  -916790 133.42 1.415e-07 ***
## ---
```

```

## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ ns(x, 3)
## Model 2: y ~ ns(x, 9)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
## 1      14 925952
## 2       8 10590   6    915362 115.24 2.52e-07 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ ns(x, 9)
## Model 2: y ~ x + cos(x * pi)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq    F    Pr(>F)
## 1       8    10590
## 2      15 69261872 -7 -69251282 7473.2 1.282e-14 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ poly(x, 3)
## Model 2: y ~ ns(x, 3)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq F Pr(>F)
## 1      14 165035
## 2      14 925952   0   -760917

## Analysis of Variance Table
##
## Model 1: y ~ poly(x, 9)
## Model 2: y ~ ns(x, 9)
##   Res.Df    RSS Df Sum of Sq F Pr(>F)
## 1       8  9162.1
## 2       8 10590.4   0   -1428.3

```

Kesimpulan : Semua Model mempunyai perbedaan yang signifikan dari yang linier sederhana hingga polynomial tingkat 9 dan geometris, dilihat dari koefisien determinasinya r kuadratnya untuk data diatas adalah model adalah model polynom 9 sebesar 0.99, sedangkan yang linier sederhana angkanya sebesar 0.80. Dapat disimpulkan bahwa model yang kuadratik dan polynomial akan lebih cocok untuk garis upah seperti yang diajukan.

Peranan natural Spine Model terlihat tidak signifikan artinya baik dilakukan teknik smoothing atau tidak pada model polynomial tidak berpengaruh.

Dari model simulasi ini didapat bahwa model yang kuadratik dan polynomial bukan hanya alternatif tetapi bisa jadi model itu yang lebih cocok untuk garis upah yang sekarang berlaku dibanding linier sederhana

Heru Wiryanto Depok 14 Desember 2016.