

MODEL KELELAHAN MATA PENGRAJIN KERAWANG BERDASARKAN PENGUKURAN VISUS MENGGUNAKAN MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE (MARS)

Reni Hiola¹, Bambang Widjanarko Otok², Rama Hiola³

^{1,3}Faculty Science Health and Sportmanship, University Country of Gorontalo, Gorontalo,

²Laboratory of Environmental and Health Statistic, 'Sepuluh Nopember' Institute of Technology (ITS), Surabaya, (INDONESIA)

E-mails: hiola.reni@gmail.com, dr.otok.bw@gmail.com, hiola.rama@gmail.com

Emails: hiola.reni@gmail.com, rama_hiola@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi kelelahan mata berdasarkan visus pengrajin kerawang di Kabupaten Gorontalo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model terbaik dengan kriteria GCV terkecil sebesar 0.022 dan R^2 terbesar sebesar 0,958 yaitu model yang melibatkan jumlah basis fungsi (BF) = 38, maksimum interaksi (MI) = 3 dan Minimum Observasi antar knot (MO) = 1. Pengrajin kerawang sesudah bekerja cenderung mengalami kelelahan mata dibanding sebelum bekerja, sedangkan dengan pendekatan adaptive regression spline menunjukkan bahwa kelelahan mata berdasarkan visus pengrajin dipengaruhi oleh umur di atas 34 tahun diikuti dengan motif kerawang 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum bekerja lebih dari 0.25, lama kerja lebih dari 1 tahun.

Kata kunci: Kelelahan mata, visus, MARS, GCV

1. PENDAHULUAN

Intensitas penerangan adalah banyaknya cahaya yang tiba pada satu luas permukaan [1]. Penerangan ini memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan kesehatan, keselamatan dan produktivitas tenaga kerja [2]. Baik tidaknya penerangan disuatu tempat kerja selain ditentukan oleh kuantitas atau tingkat iluminasi yang menyebabkan obyek dan sekitarnya terlihat dengan jelas, ditentukan juga oleh kualitas dari penerangan tersebut yang diantaranya menyangkut arah dan penyebaran/distribusi cahaya, tipe dan tingkat kesilauan [3].

Pencahayaan/penerangan yang penting untuk melakukan pekerjaan sering diabaikan, hasil survei intensitas penerangan (iluminasi) di ruangan rata-rata kurang dari standar 300 lux dan penerangannya tidak merata [4]. Secara teori, kondisi ini dapat menyebabkan kelelahan mata pada pengrajin, sementara pekerjaan ini memerlukan ketelitian dan termasuk pekerjaan

amat halus, sehingga membutuhkan tingkat pencahayaan 500 sampai 1000 lux sesuai dengan Peraturan Menteri Perburuhan (PMP No.7 Tahun 1964) tentang syarat-syarat kesehatan, kebersihan serta penerangan dalam tempat kerja [5].

Ketajaman penglihatan (visus) adalah nilai kebalikan sudut (dalam menit) terkecil dimana sebuah benda masih kelihatan dan dapat dibedakan. Tajam penglihatan adalah kemampuan untuk membedakan antara dua titik yang berbeda pada jarak tertentu [2]. Hal ini terjadi bila iluminasi tempat kerja berkurang dan pekerja yang bersangkutan menderita kelainan refraksi mata yang tidak dikoreksi. Bila persepsi visual mengalami stress yang hebat tanpa disertai efek local pada otot akomodasi atau retina maka keadaan ini akan menimbulkan kelelahan syaraf. General Nervus Fatigue ini terutama akan terjadi bila pekerjaan yang dilakukan seseorang memerlukan konsentrasi, control otot dan gerakan-gerakan

yang sangat tepat. Gejala-gejala kelelahan mata tersebut menyebabkan utamanya adalah penggunaan otot-otot disekitar mata yang berlebihan. Kelelahan mata dapat dikurangi dengan memberikan pencahayaan yang baik ditempat kerja.

Penerangan yang baik memungkinkan tenaga kerja melihat objek yang dikerjakannya secara jelas, cepat dan tanpa upaya yang tidak perlu. Lebih dari itu, penerangan yang memadai memberikan kesan pemandangan yang lebih baik dan keadaan lingkungan yang menyegarkan.

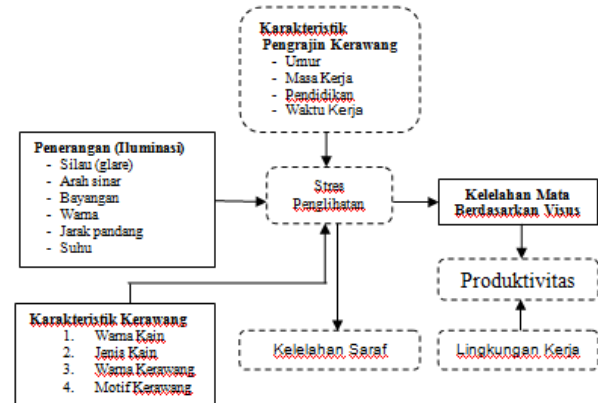
Menurut [4], ada tiga metode penerangan, yaitu: penerangan umum, penerangan lokal dan penerangan cahaya aksen. Penerangan umum atau baur menerangi ruangan secara merata dan umumnya terasa baur. Penerangan lokal atau penerangan untuk kegunaan khusus, menerangi sebagian ruang dengan sumber cahaya biasanya dipasang dekat dengan permukaan yang diterangi. sedangkan penerangan aksen adalah bentuk dari pencahayaan lokal yang berfungsi menyinari suatu tempat atau aktivitas tertentu atau obyek seni atau koleksi berharga lainnya.

Dalam kaitannya dengan kegiatan pengrajin kerawang yang dilakukan, perlu untuk mengkaji penerangan yang optimal (TOHEREN) terhadap kelelahan mata berdasarkan pengukuran visus pengrajin yang nantinya akan berpengaruh pada produktifitas pengrajin karawang Kabupaten Gorontalo.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara cross sectional, yang dilakukan melalui 3 tahap: Observasi dan studi referensi mengenai sistim penerangan industri pengrajin kerawang. Hasil observasi dan studi referensi di tahap pertama menjadi dasar penyusunan panduan wawancara untuk mengetahui variabel faktor penerangan optimal (TOHEREN) pada pengrajin kerawang Kabupaten Gorontalo. Penilaian tingkat akurasi kelelahan mata responden sebagai hasil wawancara dengan menggunakan alat pengukur Flicker Frequency. Menentukan model Sistem Penerangan Toheren (Tohe Mocarawo Ergonomi) pada pengrajin kerawang di Kabupaten Gorontalo. Kelelahan Mata berdasarkan visus dipengaruhi oleh karakteristik

pengrajin kerawang (umur, pendidikan, masa kerja dan waktu kerja), penerangan (iluminasi) (silau (glare), arah sinar, bayangan, warna, jarak pandang dan suhu). Lebih rinci disajikan dalam kerangka konsep penelitian [6][7].



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian [6][7]

Langkah pertama, dilakukan analisis statistik deskriptif terhadap variabel-variabel prediktor. Kedua, untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kelelahan mata berdasarkan visus, dilakukan prosedur berikut [7]

1. Pembentukan model MARS untuk *data set* awal: (1) menentukan *BF*; (2) menentukan *MI*; (3) menentukan *MO* di antara *knot*.
2. Mendapatkan model MARS terbaik untuk *dataset* tunggal berdasarkan nilai *GCV* terkecil.
3. Mendapatkan variabel yang signifikan berpengaruh dari model ARS terbaik untuk *dataset* tunggal.

Model MARS berguna untuk mengatasi permasalahan data berdimensi tinggi dan menghasilkan prediksi variabel respon yang akurat, dan menghasilkan model yang kontinu dalam *knot* berdasarkan nilai *GCV* terkecil [8].

Model umum persamaan MARS dapat ditulis sebagai berikut [8][9][10]

$$f(x) = \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \prod_{k=1}^{K_m} [s_{km} \cdot (x_{v(k,m)} - t_{km})]_+ + \epsilon_i$$

di mana,

α_0 = fungsi basis induk (*constant basis function*),

α_m = koefisien dari fungsi basis ke-*m*,

M = fungsi basis maksimum (*non-constant basis function*),
 K_m = derajat interaksi,
 s_{km} = bernilai 1 jika data berada di sebelah kanan titik *knot*, atau bernilai -1 jika data berada di sebelah kiri titik *knot*,
 $x_{v(k,m)}$ = variabel prediktor, dan
 t_{km} = nilai *knot* dari variabel prediktor $x_{v(k,m)}$.

MARS dapat menemukan letak dan jumlah *knot* yang diperlukan dalam suatu langkah *forward / backward stepwise* [9]. *Forward stepwise* dilakukan untuk mendapatkan fungsi dengan jumlah fungsi basis maksimum. Kriteria pemilihan fungsi basis pada *forward stepwise* adalah dengan meminimumkan *Average Sum of Square Residual (ASSR)*. Sedangkan, untuk memenuhi konsep parsimoni dilakukan *backward stepwise*, bertujuan untuk memilih fungsi basis yang dihasilkan dari *forward stepwise* dengan meminimumkan nilai *GCV* [10].

Menentukan model *MARS* yang optimal di antara model-model yang lain adalah dengan memilih model yang memiliki nilai *GCV* terendah. Kriteria *GCV* diperkenalkan oleh Wahba pada tahun 1979 [12][13][14]. Fungsi *GCV* minimum didefinisikan sebagai:

$$GCV^*(M) = \frac{ASR}{[1 - \frac{C(M)^*}{n}]^2} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{f}_K(x_i)]^2}{[1 - \frac{C(M)^*}{n}]^2}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik pengrajin kerrawang terdiri dari kelelahan mata, pencahayan/ intensitas cahaya (tingkat iluminasi), bayangan, arah sinar, warna dinding, jarak pandang dan umur [6][7][11]. Deskripsi Kelelahan Mata Berdasarkan Visus Pengrajin sebagai berikut.

Tabel 1. Deskripsi Pengrajin Kerawang Pada Kelelahan Mata Berdasarkan Visus Pengrajin

Variabel		Statistik	
		Mean	Standar Deviasi
Kelelahan Mata berdasarkan Visus	Sebelum Bekerja	0.6725	0.28610
	Sesudah Bekerja	0.4572	0.20367

Tabel 1 terlihat bahwa pengrajin kerawang sebelum bekerja berdasarkan visus memberikan rata-rata sebesar 0.6725 dengan standar deviasi sebesar 0.28610. Hal ini menunjukkan bahwa pengrajin kerawang sebelum bekerja cenderung mengalami kelelahan mata, karena nilai rata-rata visus menuju ke nilai 1 dan lebih heterogen. Sedangkan pengrajin kerawang sesudah bekerja berdasarkan visus memberikan rata-rata sebesar 0.4572 dengan standar deviasi sebesar 0.20367. Hal ini menunjukkan bahwa pengrajin kerrawang sesudah bekerja cenderung mengalami kelelahan mata, karena nilai rata-ratanya lebih kecil dari visus sebelum bekerja.

Pemilihan model terbaik diperoleh dengan cara membandingkan nilai *GCV* dan nilai R^2 [12][15][16]. Nilai *GCV* terkecil dan nilai R^2 terbesar adalah model terbaik. Perbandingan dilakukan pada berbagai jumlah basis fungsi (BF = 19, 38 dan 57), dan berbagai maksimum interaksi (MI = 1, 2 dan 3). Semua kemungkinan model yang telah dicobakan didapatkan model terbaiknya dengan kriteria model yang memiliki nilai *GCV* terkecil dan R^2 yang besar. Secara rinci pemilihan model terbaik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Model Terbaik Kelelahan Mata Berdasarkan Visus Berbagai BF Berdasarkan GCV, R²

No	BF	MI	MO	GCV	R ²	Model Prediksi
1	19	3	1	0.022	0.953	$Y = 0.315 + 0.518BF1 + 0.527 BF4 - 0.079BF6 - 0.099BF9 - 0.050 BF10$ $BF1 = \max(0, KV - 0.250)$ $BF2 = (WPK = 2) * BF1$ $BF4 = \max(0, L - 1.000) * BF2$ $BF6 = \max(0, 13.000 - M) * BF1$ $BF8 = (MK = 2 \text{ OR } MK = 3 \text{ OR } MK = 4) * BF1$ $BF9 = \max(0, U - 32.000) * BF8$ $BF10 = \max(0, 32.000 - U) * BF8$
2	38	3	1	0.022	0.958	$Y = 0.321+0.581BF1+0.563BF4 - 0.079BF6 - 0.099BF9 + 0.050BF10 + 0.027BF11$ $BF1 = \max(0, KV - 0.250)$ $BF2 = (WPK = 2)* BF1$ $BF4 = \max(0, L - 1.000) *BF2$ $BF6 = \max(0, 13.000 - M) * BF1$ $BF8 = (MK = 2 \text{ OR } MK = 3 \text{ OR } MK = 4) * BF1$ $BF9 = \max(0, U - 29.000) *BF8$ $BF10 = \max(0, 29.000 - U) *BF8$ $BF11 = \max(0, I - 350.000) *BF8$
3	57	3	1	0.022	0.958	$Y = 0.321+0.581BF1+0.563 BF4 - 0.079BF6 - 0.099BF9 + 0.050BF10 + 0.027BF11$ $BF1 = \max(0, KV - 0.250)$ $BF2 = (WPK = 2) *BF1$ $BF4 = \max(0, L - 1.000) * BF2$ $BF6 = \max(0, 13.000 - M) *BF1$ $BF8 = (MK = 2 \text{ OR } MK = 3 \text{ OR } MK = 4) * BF1$ $BF9 = \max(0, U - 29.000) *BF8$ $BF10 = \max(0, 29.000 - U) *BF8$ $BF11 = \max(0, I - 350.000) *BF8$
Keterangan:[6][7] Umur (U), Masa Kerja (M), Lama Kerja (L), Tingkat Pendidikan (TP), Koreksi Visus (KV), Flicker Sebelum (FS), Volume Ruangan (VR), Ukuran Bahan Kerja (UBK), Intensitas (I), Silau (S), Suhu (Sh), Arah Sinar (AS), Warna dinding (WD), Jarak Pandang (JP), Warna Kerawang (WK), Motif Kerawang (MK), Waktu Penyelesaian Kerawang (WPK), Silau Kain (Glare) (SK)						

Tabel 2, menunjukkan model terbaik dengan kriteria GCV terkecil dan R² terbesar yaitu semua model, baik yang melibatkan jumlah basis fungsi 38 dan 57. Sehingga untuk parsimoni model dipilih model ke-2 dengan jumlah BF = 38, MI = 3, dan MO = 1 dengan nilai GCV sebesar 0.022 dan R² = 0,958. Model ARS terbaik yang didapatkan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut [14][15][16].

$$Y = 0.321+0.581BF1+0.563BF4 - 0.079BF6 - 0.099BF9 + 0.050BF10 + 0.027BF11$$

dimana

$$BF1 = \max(0, KV - 0.250)$$

$$BF2 = (WPK = 2) * BF1$$

$$BF4 = \max(0, L - 1.000) * BF2$$

$$BF6 = \max(0, 13.000 - M) * BF1$$

$$BF8 = (MK = 2 \text{ OR } MK = 3 \text{ OR } MK = 4) * BF1$$

$$BF9 = \max(0, U - 29.000) * BF8$$

$$BF10 = \max(0, 29.000 - U) * BF8$$

$$BF11 = \max(0, I - 350.000) * BF8$$

Interpretasi model ARS adalah sebagai berikut.

- $BF1 = \max(0, KV - 0.250)$
Artinya, koefisien BF1 akan bermakna jika pengrajin kerawang mempunyai visus sebelumnya lebih dari 0.25 maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF1) dapat menaikkan visus sesudah sebesar 0,581. Atau jika pengrajin kerawang mempunyai visus sebelumnya lebih dari 0.25 maka visus sesudah akan meningkat sebesar $0,581(1)=0.581$, dan jika ditambah basis induk maka visus sesudah bernilai $[0,581(1)+0.321] = 0.902$.
- $BF4 = \max(0, L - 1.000) * (WPK = 2) * \max(0, KV - 0.250)$
Artinya, koefisien BF4 akan bermakna jika pengrajin kerawang mempunyai lama kerja lebih dari 1 jam dan warna kain kerawang menggunakan warna pink dan mempunyai

visus diatas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF8) dapat menaikkan visus sesudah sebesar 0,563. Atau jika pengrajin kerawang mempunyai lama kerja lebih dari 1 jam dan warna kain kerawang menggunakan warna pink dan mempunyai visus diatas 0.25 maka visus sesudah meningkat sebesar $0.563(1)(1)(1) = 0.563$, dan jika ditambah basis induk maka visus sesudah bernilai $[0.563(1)(1)(1)+0.321] = 0.884$.

- $BF6 = \max(0, 13.000 - M) * \max(0, KV - 0.250)$

Artinya, koefisien BF6 akan bermakna jika pengrajin kerawang mempunyai masakerja kurang dari 13 tahun dan visus sebelum diatas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF8) dapat menurunkan visus sesudah sebesar 0,079. Atau jika pengrajin kerawang mempunyai masakerja kurang dari 13 tahun dan visus sebelum diatas 0.25 maka visus sesudah menurun sebesar $0.079(1)(1) = 0.079$ dan jika ditambah basis induk maka visus sesudah bernilai $[-0.079+0.321] = 0.242$.

- $BF9 = \max(0, U - 29.000) * (MK = 2 \text{ OR } MK = 3 \text{ OR } MK = 4) * \max(0, KV - 0.250)$

Artinya, koefisien BF9 akan bermakna jika pengrajin kerawang mempunyai umur lebih dari 29 tahun dan motif kerawang sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum diatas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF9) dapat menurunkan visus sesudah sebesar 0,099. Atau jika pengrajin kerawang mempunyai umur lebih dari 29 tahun dan motif kerawang sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum diatas 0.25 maka visus sesudah menurun sebesar $(0,099)(1)(1)(1) = 0,099$, dan jika ditambah basis induk maka visus sesudah bernilai $[-0,099+0.321] = 0.222$.

- $BF10 = \max(0, 29.0 - U) * (MK = 2 \text{ OR } MK = 3 \text{ OR } MK = 4) * \max(0, KV - 0.250)$

Artinya, koefisien BF10 akan bermakna jika pengrajin kerawang mempunyai umur kurang dari 29 tahun dan motif kerawang sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum diatas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF9) dapat meningkatkan visus sesudah sebesar 0,05. Atau jika pengrajin kerawang mempunyai umur kurang dari 29 tahun dan motif

kerawang sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum diatas 0.25 maka visus sesudah meningkat sebesar $(0,05)(1)(1)(1) = 0,05$, dan jika ditambah basis induk maka visus sesudah bernilai $[0,05+0.321] = 0.371$.

- $BF11 = \max(0, I - 350.0) * (MK = 2 \text{ OR } MK = 3 \text{ OR } MK = 4) * \max(0, KV - 0.250)$

Artinya, koefisien BF11 akan bermakna jika pengrajin kerawang menggunakan intensitas penerangan di atas 350 lux dan motif kerawang sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum diatas 0.25, maka setiap kenaikan satu basis fungsi (BF11) dapat meningkatkan visus sesudah sebesar 0,027. Atau jika pengrajin kerawang menggunakan intensitas penerangan di atas 350 lux dan motif kerawang sebanyak 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum diatas 0.25 maka visus sesudah meningkat sebesar $(0,027)(1)(1)(1) = 0,027$, dan jika ditambah basis induk maka visus sesudah bernilai

Tabel 5. Variabel Terpenting dalam Mempengaruhi Kelelahan Mata Berdasarkan Visus

Variabel	Visus		
	BF=38, MI=3, MO=1 GCV=0.022 O-R ² =0.958 (konstanta = 0.321)		
	Sign	Kontribusi	Estimator Knot
Umur (U)	√	51.376	(-0.099) (U+29)(MK=2,3,4) (VS+0.250) (+0.050) (U-29) (MK=2,3,4) (VS+0.250)
Masa Kerja (M)	√	56.566	(-0.079) (M-13) (VS+0.250)
Lama Kerja (L)	√	96.740	(+0.563) (L+1)(WK=2) (VS+0.250)
Tingkat Pendidikan (TP)	X		
Visus Sebelum (VS)	√	100.00	(+0.581) (VS+0.250)
Koreksi Visus (KV)	X		
Flicker Sebelum (FS)	X		
Volume Ruang (VR)	X		
Ukuran Bahan Kerja (UBK)	X		
Intensitas (I)	√	12.453	(+0.027) (I+350) (MK=2,3,4) (VS+0.250)
Silau (S)	X		
Suhu (Sh)	X		
Arah Sinar (AS)	X		
Warna dinding (WD)	X		
Jarak Pandang (JP)	X		
Warna Kerawang (WK)	√	96.740	(WK=2)
Motif Kerawang (MK)	√	38.667	(MK=2,3,4)
Waktu Penyelesaian Kerawang (WPK)	X		
Silau Kain (Glare) (SK)	X		

Ket: √ = signifikan, X = tdk signifikan, + diatas, - dibawah, = tepat

4. KESIMPULAN

Pengrajin kerawang sesudah bekerja cenderung mengalami kelelahan mata dibanding sebelum bekerja. Faktor yang mempengaruhi kelelahan mata berdasarkan pengukuran visus adalah lama kerja, warna kerawang, visus sebelumnya, intensitas penerangan, masa kerja, umur, flicker fusion sebelumnya, motif kerawang, interaksi warna kerawang dan visus sebelumnya, interaksi lama kerja dan warna kerawang dan visus sebelumnya, interaksi masa kerja dan visus sebelumnya, interaksi motif kerawang dan visus sebelumnya, interaksi umur dan motif kerawang dan visus sebelumnya, interaksi flicker fusion dan motif kerawang dan visus sebelumnya, interaksi intensitas penerangan dan motif kerawang dan visus sebelumnya. Kelelahan mata berdasarkan visus pengrajin dipengaruhi oleh umur di atas 34 tahun diikuti dengan motif kerawang 2 atau 3 atau 4 warna benang dan visus sebelum bekerja lebih dari 0.25, lama kerja lebih dari 1 tahun

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ridley, J. (2006). Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Jakarta: Erlangga
- [2] Cok Gd. Rai Padmanaba, (2006). *Pengaruh Penerangan Dalam Ruang Terhadap Produktivitas Mahasiswa Desain Interior*. <http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartementID=INT>. *Efficient Use of Electricity in Industries*- Devki Energy Consultancies Pvt. Ltd., Vadodara
- [3] Siswanto, A dan Witosetijoso, 1988. Penerangan Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Erlangga Surabaya.
- [4] Hughes, P.C and J.F.Mc Nelis, 1978, Lighting Produktiviti and The Work Enviroment. *Journal of Lighting Design Application*
- [5] Prabu, 2009. *Sistem dan Standar Pencahayaan*

- Ruang, <http://putraprabu.wordpress.com/2012/03/06> sistem-dan-standar-pencahayaan-ruang. Diakses pada tanggal 6 Maret 2012.
- [6] Hiola, R. and Bambang W. O., (2015). Standard illumination (toheren) based on flicker Fusion using adaptive regression spline on filigree Craftsman in gorontalo province. *Journal of Health, Sport and Tourism* ISSN: 2078-0273, Vol. 6. No. 1
- [7] Hiola, R and Hiola R., (2015). Adaptive regression spline approach on complaints eye fatigue craftsmen Makarawo in Gorontalo province. *International Journal of Academic Research*”, Baku, Azerbaijan. DOI: 10.7813/2075-4124.2015/7-3
- [8] Friedman, J.H.. (1991). Multivariate Adaptive Regression Splines. *The Annals of Statistics*, Vol. 19 No. 1
- [9] Otok, B.W. (2010). *Multivariate Adaptive Regression Spline*. FMIPA ITS: Surabaya
- [10] Friedman, J.H. and Silverman, B.W. (1989). Flexible Parsimony Smoothing and Additive Modelling. *Technometrics*, 31.
- [11] Soewarno, 1992. *Penerangan Tempat Kerja*, Jakarta: Pusat Pelayanan Ergonomi dan Kesker.
- [12] Otok, B.W. (2008). Bootstrap Pada Pemodelan Multivariat Adaptive Regression Spline. *Disertasi UGM*. Yogyakarta. (tidak dipublikasikan)
- [13] Otok, B.W. (2008). *Multivariate Adaptive Regression Spline*. Pelatihan MARS. Surabaya.
- [14] Otok, B.W., M. Akbar, M.S, Guritno, S dan Subanar, S. (2007), Ordinal Regression Model using Bootstrap Approach, *Jurnal ILMU DASAR*, Vol. 8 No. 1, 2007 : 54-67, UNEJ – Jember.
- [15] Otok, B.W., Guritno, S., Subanar, Haryatmi, S.. (2006). Bootstrap dalam MARS untuk Klasifikasi Perbankan. *Inferensi Jurnal Statistik*, Volume 2, N0. 1, Januari 2006. FMIPA ITS Surabaya.
- [16] Jusuf, H., and Otok, B.W., (2014). Optimal input of data series in predicted the number patient of HIV-AIDS in East Java province using multivariate adaptive regression splines. *Journal of Health Sport and Tourism* 2014; 5(1), 35-42. DOI: 10.7813/jhst.2014/5-1/6