BAB 1

DETEKSI POLA SEBARAN TITIK SPASIAL SECARA REGULER MELALUI PENELUSURAN FUNGSI MASSA PELUANG, METODE KUADRAN DAN TETANGGA TERDEKAT

MUHAMMAD NUR AIDI*

(*Dosen Statistika IPB)

Disampaikan Dalam Seminar Nasional Sain II di IPB-Bogor

14 November 2009

ISBN : 978-979-95093-5-2

RINGKASAN

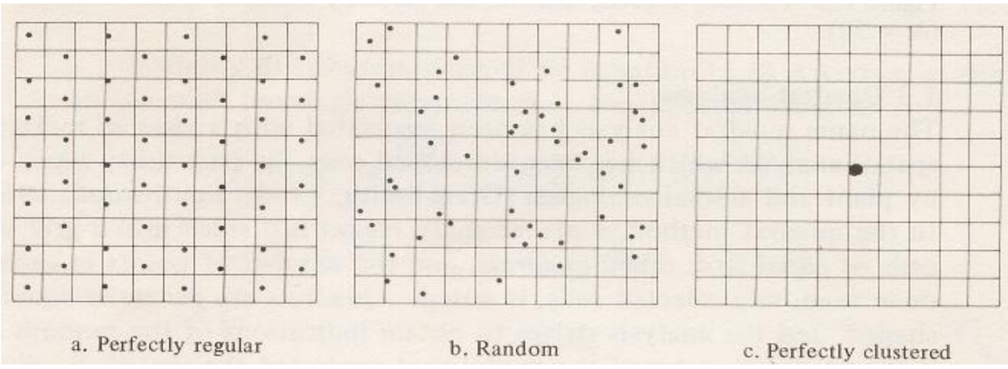
Realisasi fenomena pada bidang spasial pada umumnya ditunjukkan dengan pola titik pada bidang spasial tersebut. Oleh karena itu deteksi pola sebaran titik spasial cukup penting diketahui. Untuk itu dilakukan deteksi pola titik spasial dengan metode Kuadran dan Tetangga Terdekat. Pola titik spasial yang dilakukan pengaturan untuk efisiensi ruang biasanya mengikuti pola regular. Oleh karena itu pengetahuan tentang sebaran peluang yang melandasi pola titik spasial yang diakibatkan proses regular perlu diketahui. Hasil menunjukkan bahwa Titik spasial yang menyebar secara regular ternyata mempunyai sebaran massa peluang Binomial. Titik spasial menyebar secara regular akan mempunyai nilai VMR kurang dari satu karena nilai VMR=1-p dimana p>=0. Sebaran titik spasial yang dibangkitkan dengan mengikuti sebaran massa peluang binomial tetap merupakan sebaran titik yang regular dan tidak dipengaruhi oleh banyaknya sekatan yang diberikan pada metode Kuadran. Hasil yang sama ditunjukkan dengan metode Tetangga Terdekat.

1.1. Pendahuluan

Realisasi fenomena pada bidang spasial pada umumnya ditunjukkan dengan pola titik pada bidang spasial tersebut. Pola titik pada bidang spasial secara ekstrim ada tiga macam, yakni pola titik pada bidang spasial yang dibangkitkan oleh proses pengelompokkan, proses acak dan proses regular (teratur). Sebaran titik spasial yang dibangkitkan oleh proses pengelompokkan akan menghasilkan pola titik yang mengelompok, misalkan titik-titik yang mewakili orang-orang yang menyukai musik dangdut maka mereka akan mendatangi ke suatu lokasi yang telah disediakan music dangdut. Sebaran titik spasial yang dibangkitkan oleh proses regular atau keteraturan akan menghasilkan pola titik spasial yang teratur pula (regular). Pola titik yang teratur sering dijumpai pada pola perumahan-perumahan yang modern, pola pertokoan yang sering mengikuti arah jalan dan lain-lain. Pola titik yang teratur secara spasial timbul biasanya diakibatkan oleh intervensi kebijakan atau peraturan yang ada. Dengan pola titik yang teratur akan memudahkan managemen pengelolaan suatu wilayah. Oleh karena itu sangatlah penting mengetahui bagaimana pola titik spasial yang teratur tersebut dibangkitkan. Untuk itu pengetahuan tentang sebaran peluang titik secara spasial yang membangkitkan pola teratur (regular) perlu diketahui. Selanjutnya bagaimana ukuran pola titik spasial dikatakan teratur perlu diketahui melalui dua teknik utama yang metode Kuadran dan Metode Tetangga Terdekat. Apakah pengukuran yang dilakukan dengan dua metode tersebut menghasilkan keputusan yang sama ?.

6.2. Tinjauan Pustaka

Metode Kuadran adalah sebuah planar (wadah) dibagi oleh grid-2 dan terbentuk sel-sel yang berukuran sama yang disebut kuadran dan jumlah titik dalam setiap sel adalah acak. Kuadran umumnya berbentuk segi empat. Hipotesis yang dikembangkan adalah lebih mengarah apakah titik-titik terdistribusi regular atau clustered atau random atau tidak random. *Regular point process* adalah sejumlah besar kuadran berisi satu titik, hanya beberapa kuadran yang kosong, dan sangat sedikit kuadran yang berisi lebih dari satu titik. *Clustered point process* adalah sangat banyak kuadran yang kosong, sangat sedikit kuadran yang memiliki satu atau dua titik dan beberapa kuadran mempunyai banyak titik Penengah dari dua hal diatas adalah *random point process.*



Gambar 1-1. Kuadran dari Regular Sempurna, Pola Acak Titik dan Pola Titik Bergerombol Sempurna

Uji yang dikembangkan dengan menggunakan statistik Khi-Kuadrat yakni dengan menghitung perbedaan frekuensi observasi pada kuadran dengan distribusi frekuensi pada fungsi peluang tertentu. Jika nilai Khi-kuadrat hitung lebih kecil dari Khi-kuadrat table maka diputuskan bahwa distribusi mengikuti sebaran peluang tertentu dan sebaran titik spatial secara acak, atau regular atau kelompok (John Silk, 1979) dan (A. Rogers, 1974)

Analisis tetangga terdekat merupakan sutu metode dimana jarak sembarang ke tetangga terdekat dalam suatu pola acak M titik. Teknik perhitungan didasarkan pada perbandinngan antara rata-rata jarak tetangga terdekat, $\bar{d}$, hasil perhitungan dengan nilai harapan rata-rata jarak tetangga terdekat, δ, yang diturunkan dari asumsi bahwa pola titik dibangkitkan dari proses acak dan bebas (John Silk, 1979).

1.3. Metode

Ada tiga metode yang dilakukan dalam penelitian ini yakni : a) Metode Matematika untuk mencari fungsi massa peluang sebaran titik secara teratur dalam ruang, b) Membangkitkan titik-titik dalam ruang (dua dimensi) secara teratur dengan menggunakan Software R yang mempunyai sebaran peluang tertentu, pilihan nilai parameter dalam fungsi massa peluang dilakukan secara *arbitrer*, c). Melakukan deteksi pola titik dalam ruang dengan Metode Kuadran dan Metode Tetangga Terdekat serta membandingkan hasilnya.

1.4. Hasil dan Pembahasan

1.4.1. Distribusi Spasial untuk Acak/Random, Regular dan Kelompok (*Cluster*).

Bayangkan suatu wilayah studi yang di grid dengan sel berbentuk segi empat. Asumsikan pada saat awal (t=0) tidak ada sel yang berisi sembarang titik, dan p(r,t) adalah peluang sebuah sel grid mempunyai r titik selama waktu t. Asumsi : selama selang waktu (t, t+dt) sebuah titik menempati sebuah sel tertentu dimana telah mempunyai r titik dengan peluang f(r,t) dt dan bahwa selang waktu tersebuh adalah cukup pendek untuk tidak lebih dari satu titik untuk menempati satu sel yang diberikan pada selang waktu tersebut.

$p(0, t+dt) = p(0,t)\,[1-f(0,t)\,dt]$

$p(r, t+dt) = p(r,t)\,[1-f(r,t)\,dt]+p(r-1, t)\,f(r-1, t)\,dt$ dimana r=1,2,3,…..

dan kiri-kanan dikurangi p(r,t) dan dibagi dengan dt dalam limit dt-> 0, maka

d/dt p(0, t) = - f(0,t) p(0,t) → (1)
d/dt p(r, t)= -f(r, t) p(r, t) + f(r-1, t) p(r-1, t) (r=1, 2, 3, …..)

(2) (3)

Persamaan (1) dikalikan dengan s^0, persamaan (2) dikalikan s dan persamaan (3) dikalikan dengan s^2 dan secara umum s^{n-1} ke n.

Penjumlahan : $\frac{d}{dt}\left[\sum_{r=0}^{\infty} p(r,t)\, s^r\right] = (s-1)\left[\sum_{r=0}^{\infty} f(r,t)\, p(r,t) s^r\right]$

Dan lebih kompak
d/dt G(s;t)= (s-1) L(s;t)
dimana G(s;t)= $\left[\sum_{r=0}^{\infty} p(r,t)\, s^r\right]$ adalah peluang fungsi momen dengan peubah r dan

L(s;t) =$\sum_{r=0}^{\infty} f(r,t)\, p(r,t) s^r$

Untuk menemukan G(s;t) kita harus memecahkan persamaan diferensial pada d/dt G(s;t)= (s-1) L(s;t). Hasil distribusi apakah acak, regular atau kelompok tergantung pada asumsi yang dibuat pada f(r,t). Catatan f(r,t) adalah sebuah peluang dan satu kesatuan dengan nilai r.

Perlu ditekankan peluang bahwa sebuah sel dengan r titik telah didapatkan dan satu titik lagi masuk pada selang waktu (t, t+dt). Jika peluang ini adalah independen terhadap titik-titik yang ada dalam sel, maka dikenal sebagai *random dispersion*. Pada sisi lain peluang ini menurun pada saat jumlah titik dalam sel meningkat didefinisikan sebagai disperse *spasial yang regular.* Terakhir, jika peluang meningkat seirama dengan meningkatnya jumlah titik yang ada dalam sel dikenal sebagai *disperse spasial "Cluster"*.

1.4.2. Dispersi Spasial Reguler : Distribusi Binomial

Asumsi :

Peluang bahwa sebuah titik menempati ke dalam sebuah sel adalah independen terhadap waktu dan peluangnya menurun secara linier dengan jumlah titik yang telah ada dalam sel.

Secara khusus, katakana c/b adalah integer dan f(r,t)= c-br untuk c>br>= 0 dan f(r,t)=0 selainnya

Maka

$L(s;t) = \sum_{r=0}^{\infty}(c-br)\,p(r,t)s^r$

$\quad = c\sum_{r=0}^{\infty} \quad p(r,t)s^r - b\sum_{r=0}^{\infty}(r)\,p(r,t)s^r$ (2)

$\quad = c\,G(s;t) - bs\,\frac{\partial}{\partial s}G(s;t)$

Maka persamaan $\frac{\partial}{\partial s}G(s;t) = (s-1)\,L(s;t)$ menjadi

$\frac{\partial}{\partial s}G(s;t) = (s-1)\,[c\,G(s;t) - bs\,\frac{\partial}{\partial s}G(s;t)]$

Dengan solusinya :

$G(s;t) = \{\exp(-bt) - [\exp(-bt)-1]s\}^{c/b}$

Dengan demikian untuk sembarang titik dalam $\vec{t}$ waktu kita dapat mensubstitusikan $p = 1 - \exp(-b\,\vec{t})$ dan $n = c/b$

Untuk mendapatkan

$G(s;t) = G(s) = (1-p+ps)^n$ (3)

Persamaan (3) merupakan fungsi pembangkit momen dari distribusi binomial

$p(r) = \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r}$ $\quad r = 0, 1, 2, \ldots, n$

Untuk *check* apakah persamaan di atas fungsi pembangkit momen dari binomial

$G(s) = \sum_{r=0}^{\infty} p(r)\,s^r = \sum_{r=0}^{\infty}\binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r} s^r$

$\quad = \sum_{r=0}^{\infty}\binom{n}{r}(ps)^r(1-p)^{n-r} = (1-p+ps)^n$

Turunan dari

$G'(s) = n\,p\,(1-p+ps)^{(n-1)}$, $G'(1) = np\,(1) = np$

$E(r) = G'(1) = np$, $\quad G''(s) = np(n-1)p(1-p+ps)^{n-2}$, $G''(1) = n(n-1)\,p^2$

$Var\,(r) = m_2 = G''(1) + G'(1) - [G'(1)]^2 = n(n-1)p^2 + np - (np)^2$

$\quad = np(1-p)$

Perhatikan : $\frac{var(r)}{\bar{x}} = \frac{np(1-p)}{np} = 1-p$

Yang mana lebih kecil dari 1.

Bila n besar dan p kecil, maka, jika n $\rightarrow \infty$ dan p $\rightarrow$ 0 maka np = λ. Dengan demikian sebaran Poisson cukup rasional sebagai pendekatan sebaran Binomial.

Bukti :

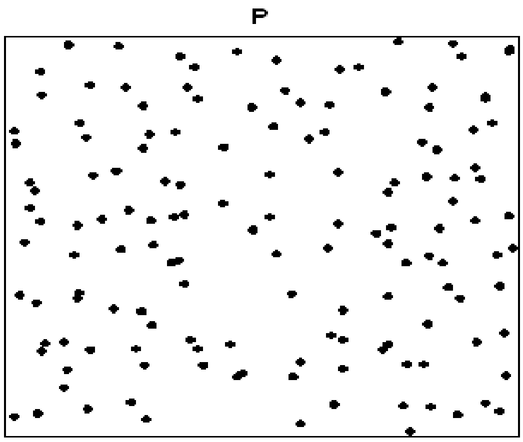
$G(s) = (1\text{-}p\text{+}ps)^n$

Jika jika n $\rightarrow \infty$ dan p $\rightarrow 0$ dan np = λ adalah fix $(1\text{-}p\text{+}ps)^n \left[1 - \frac{\lambda(1-s)}{n}\right]^n$

dan $\lim_{n\to\infty, p\to 0} \left[1 - \frac{\lambda(1-s)}{n}\right]^n = \exp[\lambda(s-1)]$

1.4.3. Membangkitkan Sebaran Titik dalam Ruang yang Mengikuti Distribusi Binomial

Dengan menggunakan p=0,7 maka sebaran titik dalam ruang disajikan pada Gambar 1.2 dan Tabel 1.1. Berikut :



Gambar 1.2. Posisi Titik Hasil Simulasi dengan Sebaran Peluang Binomial

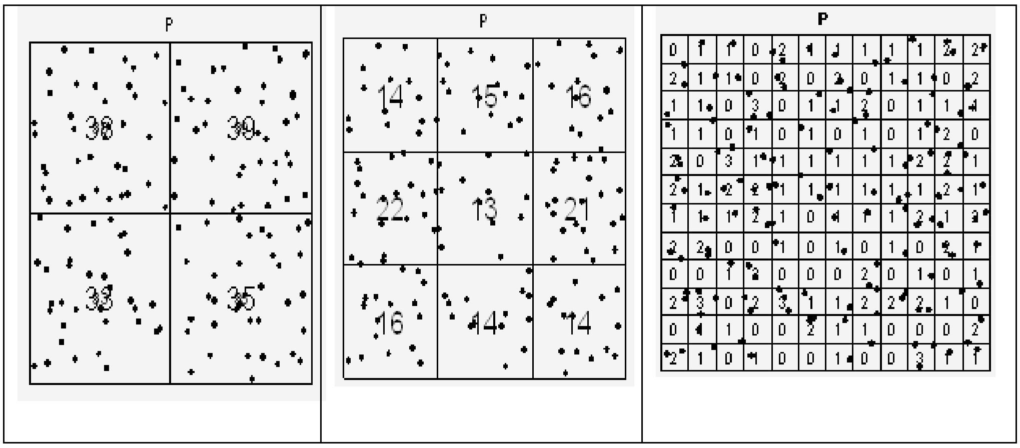
Tabel 1.1. Posisi Titik (X, Y) Hasil Simulasi dengan Sebaran Peluang Binomial

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,674	9,122	30	0,179	7,645	59	9,131	6,726	88	8,240	4,531	117	7,463	2,338
2	1,212	9,795	31	0,188	7,317	60	0,679	5,383	89	8,511	4,348	118	8,221	2,848
3	2,184	9,765	32	1,574	7,480	61	0,493	5,737	90	9,880	4,714	119	9,153	2,392
4	3,679	9,240	33	1,445	7,833	62	1,869	5,448	91	9,563	4,549	120	9,697	2,621

5	3,392	9,491	34	2,690	7,206	63	1,392	5,298	92	0,604	3,352	121	1,202	1,711
6	4,508	9,599	35	2,783	7,559	64	2,834	5,402	93	0,282	3,560	122	1,140	1,252
7	5,291	9,397	36	3,296	7,620	65	2,382	5,673	94	1,424	3,608	123	2,705	1,822
8	6,884	9,235	37	4,251	7,242	66	3,495	5,543	95	1,385	3,462	124	3,842	1,810
9	6,505	9,177	38	5,896	7,430	67	3,277	5,489	96	2,643	3,160	125	4,631	1,609
10	7,659	9,863	39	5,214	7,766	68	4,209	5,841	97	2,101	3,220	126	4,510	1,514
11	8,698	9,824	40	6,227	7,599	69	4,823	5,185	98	3,489	3,854	127	5,588	1,513
12	8,879	9,485	41	8,106	7,345	70	5,131	5,492	99	5,554	3,597	128	5,726	1,895
13	9,832	9,679	42	8,393	7,169	71	6,469	5,326	100	6,563	3,187	129	6,563	1,725
14	9,792	9,619	43	9,119	7,668	72	7,221	5,109	101	7,436	3,530	130	7,825	1,827
15	0,714	8,533	44	9,470	7,849	73	7,517	5,253	102	8,837	3,461	131	8,136	1,833
16	1,640	8,771	45	0,572	6,141	74	8,461	5,210	103	8,630	3,763	132	9,739	1,552
17	2,345	8,712	46	0,474	6,358	75	8,721	5,883	104	9,634	3,795	133	0,162	0,541
18	2,695	8,275	47	1,704	6,519	76	9,128	5,403	105	0,756	2,349	134	0,617	0,609
19	3,541	8,734	48	2,129	6,645	77	9,800	5,534	106	0,705	2,149	135	1,585	0,717
20	3,733	8,438	49	2,162	6,626	78	0,377	4,865	107	1,132	2,396	136	2,727	0,466
21	4,800	8,248	50	3,382	6,311	79	1,333	4,564	108	1,647	2,181	137	2,439	0,899
22	5,746	8,349	51	3,123	6,371	80	2,251	4,687	109	2,528	2,198	138	5,741	0,356
23	5,463	8,642	52	5,143	6,552	81	2,888	4,815	110	2,859	2,819	139	6,405	0,855
24	6,308	8,306	53	6,480	6,606	82	3,368	4,406	111	3,587	2,441	140	7,748	0,801
25	7,390	8,608	54	7,558	6,357	83	3,213	4,345	112	3,746	2,216	141	7,877	0,155
26	8,244	8,245	55	7,462	6,125	84	5,284	4,576	113	4,363	2,317	142	8,783	0,596
27	8,294	8,734	56	8,726	6,469	85	6,284	4,712	114	6,340	2,555	143	8,291	0,778
28	9,342	8,436	57	8,199	6,484	86	7,458	4,842	115	6,564	2,455	144	9,337	0,880
29	9,328	8,491	58	9,237	6,445	87	7,803	4,360	116	7,334	2,171	145	9,618	0,668

1.4.4. Pola Titik dengan Metode Kuadran.

Daerah sebaran titik spasial dilakukan penyekatan. Ada beberapa tipe penyekatan, yakni : a. Empat sekatan, b. Sembilan sekatan, c. Enam belas sekatan, d. Dua puluh lima sekatan, e. Tiga puluh enam sekatan, f Empat puluh sembilan sekatan, g. enam puluh empat sekatan, h. delapan puluh satu sekatan, i. seratus sekatan, j. seratus dua puluh satu sekatan, k. seratus empat puluh empat sekatan. Sebagai ilustrasi sekatan disajikan pada Gambar 1.3 berikut :



Gambar 1.3. Sekatan Wilayah Sebaran Titik Spasial.

Tabel 1.2. Hasil Analisis Kuadran

	Banyaknya Sekat										
	4	**9**	**16**	**25**	**36**	**49**	**64**	**81**	**100**	**121**	**144**
Mean	36.25	16.11	9.063	5.8	4.028	2.959	2.266	1.79	1.45	1.198	1.007
Var	7.583	10.36	2.996	2.667	2.028	1.832	1.468	0.843	0.412	0.877	0.65
VMR	0.209	0.643	0.331	0.46	0.503	0.619	0.648	0.471	0.284	0.732	0.646
Khi kuadrat-hit	0,81	3,801	0,392	8,428	6,877	6,09	4,911	3,23	0,048	0,006	0,138
Khi kuadrat-tbl	3,841	7,815	5,991	7,815	9,488	9,488	7,815	5,911	3,841	3,841	3,841
Terima		Ho	Ho	H1	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho

Dari Tabel 1.2. Di atas nampak bahwa χ^2 hitung pada sekatan 4, 9, 16, 36, 49, 64, 81, 100, 121, 144 masih lebih rendah dibandingkan χ^2-tabel, yang berarti bahwa Terima Ho yakni Sebaran Titik Spasial mengikuti sebaran peluang Binomial atau sebaran titik spasial regular.

1.4.5. Pola Titik Dengan Tetangga Terdekat

Jarak antara titik dalam Gambar 1.3 pada matriks 145 x 145 kemudian ditentukan minimum jarak antar titik, yang selanjutnya dijumlahkan sehingga didapatkan $\sum d_{ij}$= 67,2462 dan $\bar{d}$=$\frac{\sum d_{ij}}{145}$ = 0,4638. Selanjutnya ditentukan nilai $\delta = \frac{1}{2\sqrt{\lambda}}$. Nilai λ menunjukkan kerapatan titik perunit area, yakni λ =145/144=1,00. Dengan demikian, maka δ= 0.50 dan nilai R=$\frac{\bar{d}}{\delta}$ = 0.9276. Bilai R=1 maka titik spasial menyebar secara acak, R < 1 artinya $\bar{d} < \delta$ yang memberikan makna titik spasial menyebar mendekati proses pengelompokan, dan R > 1 artinya $\bar{d} > \delta$ yang memberikan makna titik spasial menyebar mendekati proses dispersi. Namun demikian perlu dilakukan uji secara Z, dimana $Z=\frac{\bar{d}-\delta}{\sigma_{\bar{d}}}$. Dan $\bar{d}-\delta=$ 0,4638-0,5= -0,0362. Hipotesis yang dikembangkan adalah H0 : $\delta = \delta *$(artinya titik menyebar secara regular) dan H1: $\delta \neq \delta *$ (artinya menyebar bukan regular). Kita telah mempunyai $\sigma_{\bar{d}} = \frac{0,26136}{\sqrt{145x0,7}}$ =0,03100. Maka nilai hitung adalah Z=-0,0362/0,0310= 1,168. Nilai Z tabel dengan α=10 %, maka Ztabel=1.96 yang artinya terima H0 yakni titik spasial menyebar secara regular.

1.5. Kesimpulan

1. Titik spasial yang menyebar secara regular ternyata mempunyai sebaran massa peluang binomial.
2. Titik spasial menyebar secara regular akan mempunyai nilai VMR kurang dari satu karena VMR=1-p, dimana p>=0
3. Sebaran titik spasial yang dibangkitkan dengan mengikuti sebaran peluang Binomial tetap merupakan sebaran titik yang regular dan tidak dipengaruhi oleh banyaknya sekatan yang diberikan pada metode Kuadran
4. Hasil perhitungan dengan menggunakan Tetangga Terdekat juga menunjukkan bahwa sebaran titik spasial yang mempunyai fungsi massa peluang binomial merupakan sebaran titik secara regular.

1.6. Daftar Pustaka

1. A. Rogers. 1974. Statistical Analysis Of Spatial Dispersion. The Quadrat Method.
2. Edward H. Isaaks and R. Mohan Srivastava. 1989. Applied Geostatistics. New York.
3. John Silk. 1979. Statistical Concept in Geography. LONDON
4. **Muhammad Nur Aidi** : " Parameter dalam Fungsi Spasial (Kasus Metode Kriging) " Jurnal Sains dan Teknologi, Vol. 6 No. 1 Tahun 2000, Hlm. 42-48, (ISSN: 0853-733X)
5. **Muhamad Nur Aidi**, Bidawi Hasyim , WikantiAsri Ningrum , Nanik .S. Maryani Hastuti. : Some Polices and remote sensing applications related to soil erosion risk assessment. Regional Workshop on soil Erosion Risk Assessment Regional Workshop on Soil Erosion Risk Asement , 29-31, Oktober 2001 di Kuala Lumpur Malaysia

6. **Muhammad.Nur Aidi** , " Water , Land , and Air Pollution Management : title The Relation Between Traffic Intensity and Lead Pollution in Elementary Scholl Student's Blod and Hair in Jakarta ". 2002
7. **Muhamad Nur Aidi** : Project Of Asem Grant For Environmental Governance And Sustainable Cities Initiatives (IBRD-TF 053383). Ministry Of Environment Republic Of Indonesia. 2002
8. **Muhamad Nur Aidi** : Penggunaan Regresi Untuk Analisis Spasial. 2005
9. **Muhamad Nur Aidi** dan Megawati : Model Logit Untuk Analisis Spasial Penderita Brokhitis (Kasus Dichotomous). 2005
10. **Muhammad Nur Aidi**; Indra Saufitra . Perbaikan Metode Kriging Biasa (*Ordinary Kriging*) melalui Pemecahan Matriks S menjadi Beberapa Anak Matriks non overlap untuk mewakili Drift pada Peubah Spasial. Jurnal Sains MIPA, Desemeber 2008, Vol. 14, No. 3, Hal 175-190.
11. **Muhammad Nur Aidi**. "*Mapping AREAS OF Logging along Malaysia and Indonesia's and border Kalimantan"*. Naskah Ilmiah yang disampaikan pada pertemuan International Seminar kerjasama antara Pasca Sarjana dengan The Pensylvania State University, USA. Bogor 12-13 January 2009.
12. Swastika Andi DN,dan, **Muhammad Nur Aidi**. "Point Distribution of Women Perception about Husband Allowed Beat His Wife in Nanggoe Aceh Darussalam" Naskah Ilmiah yang disampaikan pada pertemuan International Seminar kerjasama antara Pasca Sarjana dengan The Pensylvania State University, USA. Bogor 12-13 Jan 2009.
13. Mohammad Rosyid Fauzi**, Muhammad Nur Aidi.** Analisis Efektifitas Metode Kriging Dan Invers Distance Dalam Melakukan Pendugaan Data Hilang Secara Spasial Melalui Simulasi Interpolasi Terhadap Data Hasil Perolehan Suara PILKADA Jawa Barat Tahun 2008. Naskah yang disampaikan pada pertemuan International Seminar kerjasama antara Pasca Sarjana dengan The Pensylvania State University, USA. Bogor 12-13 Jan 2009.
14. Muhammad Nur Aidi."**Penggunaan Rantai Markov untuk Analisis Spasial serta Modifikasinya dari Sistem Tertutup ke Sistem Terbuka "** (Forum Statistika dan Komputasi Vol 13 No.1 April. 2008. ISSN 0853-8115 halaman 23-33)
15. Muhammad Masjkur, **Muhammad Nur Aidi** and Chichi Novianti. Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting for Mapping Phosphorus of Lowland Soil. 3th International Conference Mathematics and Statistics". Kerjasama antara Moslem Society of Mathematics and Statistics in South East Asia & Bogor Agricultural University. Bogor, 5-6 Agustus 2008.

16. Ricardo A. Olea. 1974. Optimum Mapping Techniques using Regionalized Variable Theory. Kansas Geological Survey.