

# **ANALISIS PERKEMBANGAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI DI PROVINSI SUMATERA UTARA: PENDEKATAN *CLUSTERING* SPASIAL**

## *Analysis of Information Technology and Communication Development in North Sumatra: A Spatial Clustering Approach*

Puspita Anggraini Kaban

Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Tengah, 22611, Email: [puspita.kaban@bps.go.id](mailto:puspita.kaban@bps.go.id)

### **ABSTRAK**

Teknologi informasi dan komunikasi memberikan berbagai kemudahan dan membuka banyak kesempatan untuk pembangunan manusia dari berbagai aspek: pengetahuan, kesehatan, dan ekonomi. Meskipun teknologi dapat mengatasi batasan ruang, aspek geografis masih menjadi kendala untuk penyebaran penetrasi teknologi. Menggunakan metode *hierarchical clustering* dengan efek spasial, penelitian ini bertujuan untuk memetakan tingkat perkembangan teknologi informasi dan komunikasi kabupaten/kota di Sumatera Utara. Hasil *clustering* menemukan bahwa kabupaten di Pulau Nias memerlukan perhatian khusus untuk pengembangan TIK. Wilayah kota dapat dikelola menjadi episentrum perkembangan TIK. Pengelompokan wilayah berdasarkan pengembangan TIK dengan efek spasial dapat dijadikan acuan perencanaan pembangunan infrastruktur yang lebih efisien.

Kata Kunci : *hierarchical clustering*, efek spasial, TIK

### **ABSTRACT**

*Information and communication technology provides various advantages and enables many opportunities for human development from various aspects: knowledge, health, and economics. Even though technology may overcome space limitations, the geographical aspect remains a barrier to the expansion of technology penetration. Using the hierarchical clustering method with spatial effects, this study aims to map the level of development of information and communication technology in regencies/municipalities in Sumatera Utara Province. The clustering result shows that regencies in Nias Island require special attention for ICT development. Municipalities can be administered as the epicenters of ICT development. Groups of regions by ICT development with spatial effect can be used as a reference for planning more efficient infrastructure development.*

*Keywords: hierarchical clustering, spatial effects, ICT*

## **I. PENDAHULUAN**

Menurut Sen (2010), teknologi informasi merupakan kunci untuk meningkatkan taraf kebebasan manusia dan mendorong efisiensi yang lebih baik dalam berbagai aktivitas manusia. Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dapat mendukung pembangunan melalui keterbukaan akses ke pasar yang baru, peningkatan daya saing, dan akses pengetahuan (Qureshi, 2011). Semakin tinggi tingkat penguasaan teknologi informasi seseorang, maka semakin tinggi pula peluang yang dimilikinya untuk menciptakan dan menemukan pekerjaan baru, meningkatkan produktivitas, meningkatkan pendapatan, dan peluang lainnya (Alderete, 2017; Qureshi et al.,

2009). Dalam konteks kemiskinan, Pedrelli (2001) menemukan bahwa TIK menawarkan peluang yang cukup besar untuk mengatasi kemiskinan di negara - negara berkembang. TIK dapat membantu orang - orang miskin untuk mengembangkan usaha ataupun mendorongnya untuk mandiri. Sama halnya, Karaman Aksentijević et al. (2021) berkesimpulan bahwa TIK memiliki efek positif yang sangat signifikan pada pembangunan manusia di negara berpenghasilan menengah ke bawah dan negara berpenghasilan rendah.

Akses dan keahlian TIK juga memiliki kaitan yang sangat erat dengan kualitas pembangunan manusia, dengan berbagai kesempatan pengembangan diri yang ditawarkannya. TIK berdampak positif pada pembangunan manusia; terutama pada dimensi yang diukur dengan indeks pembangunan manusia (umur, pendidikan, dan hidup layak) (De la Hoz-Rosales et al., 2019). Di negara-negara berpenghasilan rendah, ditemukan bahwa berbagai aspek investasi TIK memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap pembangunan manusia (Bankole, 2011). Khan et al. (2019) menemukan bahwa TIK seiring dengan pertumbuhan ekonomi berdampak positif kepada indeks pembangunan manusia (IPM) di Pakistan. Penetrasi infrastruktur TIK seperti internet dan telepon seluler berdampak langsung untuk pembangunan manusia sementara penetrasi telepon dan barang-barang TIK memiliki efek netral (Acheampong et al., 2022). TIK memengaruhi pembangunan manusia melalui dimensi kebudayaan seperti jarak kekuasaan, kolektivisme, feminitas, orientasi jangka pendek dan pengeangan (Jayaprakash dan Pillai, 2021).

Teknologi juga mempengaruhi kualitas hidup. Masyarakat yang terhubung dengan dunia digital lebih bahagia dan lebih memilih untuk tinggal di daerah dengan kapasitas teknologi yang mumpuni, yang berinvestasi dalam R&D, dan yang berkomitmen untuk mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan (Nevado-Peña, 2019). Perkembangan TIK memiliki korelasi positif yang signifikan dengan pertumbuhan ekonomi (Adeleye dan Eboagu, 2019). Dalam konteks yang linier, pertumbuhan ekonomi juga berkontribusi untuk meningkatkan pembangunan manusia (Iqbal et al., 2019). Meskipun demikian, perkembangan TIK juga memiliki pengaruh negatif terhadap kualitas hidup. Seiring dengan masifnya persebaran informasi yang didorong dengan ketersediaan teknologi, terjadi pertukaran budaya yang akhirnya menyebabkan pergeseran nilai di masyarakat. Selain itu, perkembangan internet juga membuka ruang untuk berbagai jenis aksi kriminalitas baru (Palvia et al., 2018).

TIK memberikan berbagai kemudahan dan membuka banyak kesempatan untuk pembangunan manusia dari berbagai aspek: pengetahuan, kesehatan, dan ekonomi. Teknologi menjadi komoditas penting untuk mencapai kesejahteraan, oleh karenanya teknologi juga bisa menjadi sumber kesenjangan. TIK menjadi salah satu faktor yang bertanggung jawab atas pelebaran ketimpangan antara masyarakat kaya dan miskin dalam kemajuan ekonomi pasar global (Avgerou, 2003). Ketersediaan dan penggunaan TIK untuk kelompok yang benar-benar membutuhkannya perlu diperhatikan untuk mengurangi peluang marginalisasi kepada kelompok

tersebut (Jackson et al., 2000). Wang et al. (2021) menemukan adanya kesenjangan digital antar daerah di Cina, di mana kota-kota yang kurang berkembang tertinggal dibandingkan kota-kota yang berkembang dengan baik karena kondisi infrastruktur dasar yang buruk dan tingkat pemahaman TIK penduduknya rendah. Song et al. (2020) menemukan fenomena yang sama, tingkat pengembangan digital terpusat pada wilayah metropolitan sedangkan wilayah pedesaan-pegunungan dan wilayah termiskin memiliki tingkat pengembangan digital yang rendah.

Provinsi Sumatera Utara merupakan provinsi dengan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) terbesar kedua di Pulau Sumatera namun terdapat indikasi ketimpangan regional antar kabupaten/kota di dalamnya. Badan Pusat Statistik mencatat nilai PDRB Sumatera Utara pada tahun 2022 sebesar Rp 955.193,09 miliar dan PDRB per kapita sebesar Rp 63.194.182,91. Sebaran PDRB per kapita menunjukkan ketimpangan pendapatan di kabupaten/kota. Medan memiliki nilai PDRB per kapita sebesar Rp 112.310.157,69 nilai ini jauh di atas nilai PDRB per kapita provinsi, dan sangat ekstrem perbedaannya jika dibandingkan dengan nilai PDRB per kapita Nias Selatan sebesar Rp 21.447.849,70 . Daulay et al. (2021) mengukur dengan Indeks Williamson bahwa ketimpangan regional di Sumatera Utara sangat tinggi berdasarkan data tahun 2010 sampai 2019. Zega et al. (2022) menemukan bahwa ketimpangan antar kabupaten/kota di Sumatera Utara secara nyata masih terjadi meski telah ada penurunan ketimpangan pada sisi kualitas manusia. Di sisi lain, disparitas masih lebar pada sisi kesehatan, pendidikan, dan daya beli.

Ketimpangan regional merupakan sebuah isu yang belum terpecahkan di Sumatera Utara. Kebanyakan penelitian terdahulu menganalisis ketimpangan regional yang terjadi dari perspektif ekonomi dan pembangunan manusia. Di sisi lain, TIK merupakan katalis yang tidak dapat diabaikan dalam konteks perkembangan ekonomi dan pembangunan manusia modern saat ini. Penelitian ini menawarkan perspektif baru ketimpangan regional di Sumatera Utara dari perspektif perkembangan TIK. Tujuan penelitian ini untuk menyelidiki dan memetakan tingkat perkembangan TIK kabupaten/kota di Sumatera Utara. Jarak geografis digunakan sebagai aspek yang mempengaruhi persebaran perkembangan TIK. Penelitian ini melakukan analisis deskriptif dan menggunakan metode *hierarchical clustering* dengan efek spasial untuk mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan tingkat perkembangan TIK.

## **II. TINJAUAN TEORI**

### **a. Persebaran Geografis Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi**

Lin et al. (2017) menemukan bahwa penetrasi internet memiliki korelasi positif dengan pembangunan ekonomi. Meskipun internet dapat memfasilitasi komunikasi jarak jauh, kedekatan geografis tetap penting. Persebaran penetrasi internet dimulai dari kota - kota besar ke wilayah tetangganya. Namun, penetrasi internet cenderung lebih rendah di daerah - daerah yang lebih jauh.

Namun, terdapat efek limpahan (*spillover*) dari penetrasi internet terhadap pembangunan berbeda antara satu daerah dan lainnya, terutama antara kota - kota besar dan kecil. Ketidakmerataan penetrasi internet ini menyebabkan disparitas pertumbuhan ekonomi antar daerah yang maju dan berkembang. Wang et al. (2021) menemukan fenomena yang sama dan menyimpulkan bahwa TIK berperan untuk meningkatkan pembangunan sosial-ekonomi namun di saat yang sama perkembangan TIK menjadi salah satu indikator kesenjangan antar daerah. Ketidakseimbangan perkembangan TIK dapat menyebabkan pembangunan sosial-ekonomi yang tidak seimbang.

### III. METODOLOGI

#### a. Data

Cakupan dari penelitian ini terdiri atas 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan data hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) dan data hasil uji kecepatan internet oleh Ookla pada tahun 2021. Survei Sosial Ekonomi Nasional merupakan survei yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik untuk mengumpulkan informasi terkait keadaan sosial kependudukan masyarakat. Survei ini dilakukan dua kali dalam satu tahun dengan cakupan seluruh kabupaten/kota di wilayah Indonesia. SUSENAS mencakup beberapa tema, di antaranya kondisi demografi, pendidikan, ketenagakerjaan, TIK, mobilitas, gangguan fungsional, kesehatan, perumahan, dan perlindungan sosial. Penelitian ini menggunakan empat variabel yang merupakan agregat per kabupaten/kota dari data SUSENAS.

Ookla merupakan perusahaan Amerika Serikat yang bergerak dalam bidang pengujian dan analisis data internet seluler dan non seluler. Pengujian internet Ookla sudah mencakup seluruh negara di dunia. Melalui inisiasi keterbukaan data, Ookla merilis data agregat hasil uji kecepatan internet yang dimilikinya (dokumentasi dapat diakses di : <https://github.com/teamookla/ookla-open-data>). Penelitian ini menggunakan dua variabel agregat per kabupaten/kota dari data Ookla.

**Tabel 1.** Variabel Penelitian

Variabel	Satuan	Keterangan	Sumber
$x_1$	%	Persentase pengguna telepon seluler	SUSENAS
$x_2$	%	Persentase pengguna komputer	SUSENAS
$x_3$	%	Persentase pengguna internet	SUSENAS
$x_4$	%	Persentase rumah tangga memiliki telepon rumah	SUSENAS
$x_5$	kbps	Kecepatan internet seluler (kbps)	Ookla
$x_6$	kbps	Kecepatan internet non seluler (kbps)	Ookla

### 3.2 Metode

Penelitian ini menggunakan metode *hierarchical clustering* dengan efek spasial yang diperkenalkan oleh Chavent et al. (2018). Metode ini merupakan pengembangan dari metode *agglomerative clustering* Ward. Pengembangan yang dilakukan adalah menggunakan dua matriks pembeda, alih-alih satu pada metode Ward.  $D_0$  adalah matriks jarak Euclidean antar wilayah berdasarkan nilai variabel.  $D_1$  adalah matriks pembeda yang menggambarkan jarak spasial antar wilayah. Penelitian ini menggunakan jarak Vincenty sebagai ukuran jarak dalam  $D_1$ . Penentuan keseimbangan antara  $D_0$  dan  $D_1$  diwakili oleh parameter  $\alpha \in [0, 1]$ . *Pseudo-inertia* campuran dari cluster  $C_k^\alpha$  didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$I_\alpha(C_k^\alpha) = (1 - \alpha) \sum_{i \in C_k^\alpha} \sum_{j \in C_k^\alpha} \frac{w_i w_j}{2\mu_k^\alpha} d_{0,ij}^2 + \alpha \sum_{i \in C_k^\alpha} \sum_{j \in C_k^\alpha} \frac{w_i w_j}{2\mu_k^\alpha} d_{1,ij}^2 \quad (1)$$

di mana  $\mu_k^\alpha = \sum_{i \in C_k^\alpha} w_i$  merupakan bobot dari  $C_k^\alpha$  serta  $d_{0,ij}$  dan  $d_{1,ij}$  masing - masing merupakan nilai perbedaan antara variabel  $i$  dan  $j$  dalam matriks  $D_0$  dan  $D_1$ .

*Pseudo-inertia* campuran antar cluster dari sebuah partisi  $P_K^\alpha = (C_1^\alpha, \dots, C_K^\alpha)$  adalah jumlah dari inersia campuran masing - masing cluster:

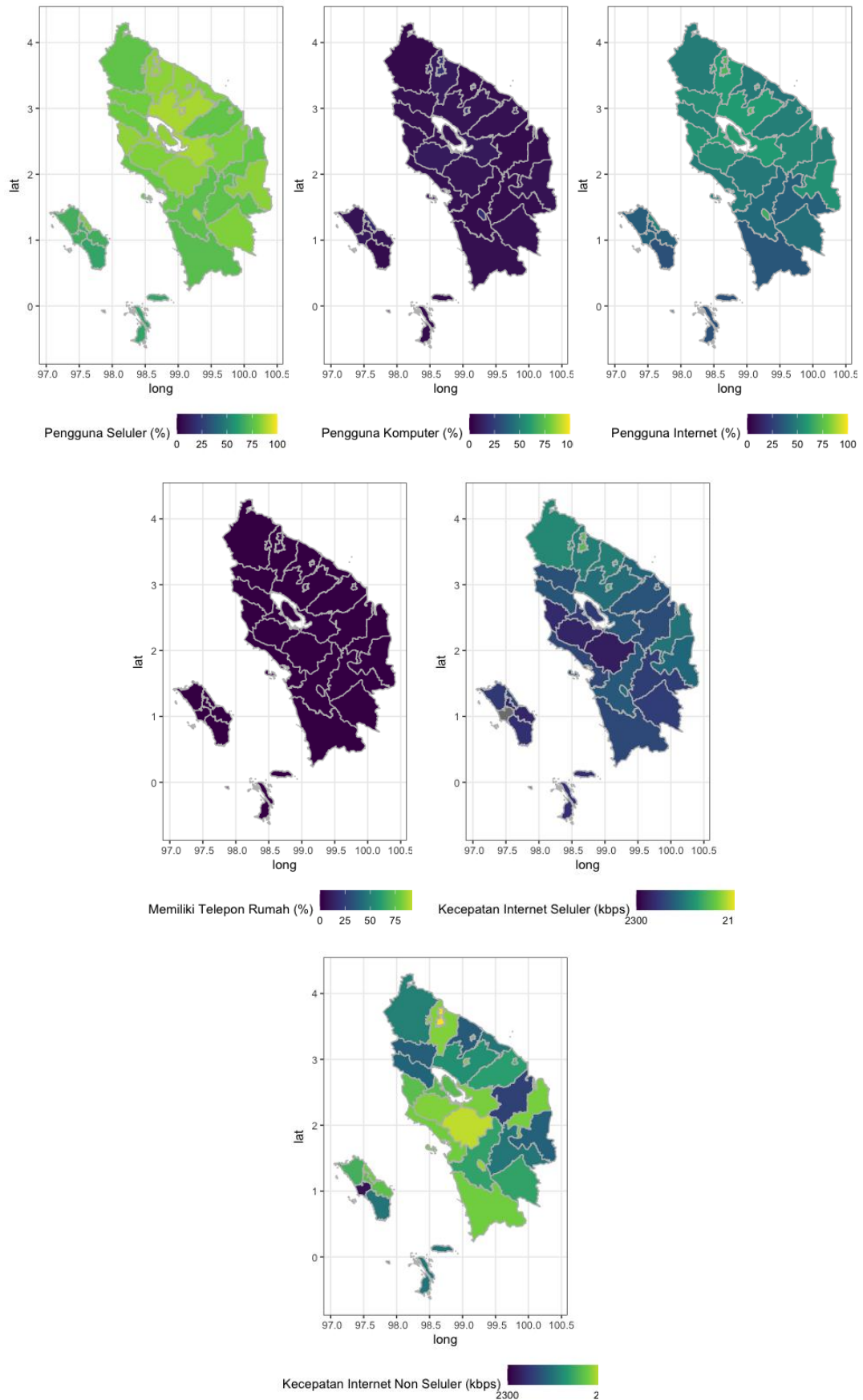
$$W_\alpha(P_K^\alpha) = \sum_{k=1}^K I_\alpha(C_k^\alpha) \quad (2)$$

Untuk menentukan nilai  $\alpha$  yang optimal digunakan persamaan berikut :

$$Q_\beta(P_K^\alpha) = 1 - \frac{W_\beta(P_K^\alpha)}{W_\beta(P_1)} \in [0,1] \quad (3)$$

## IV. HASIL DAN DISKUSI

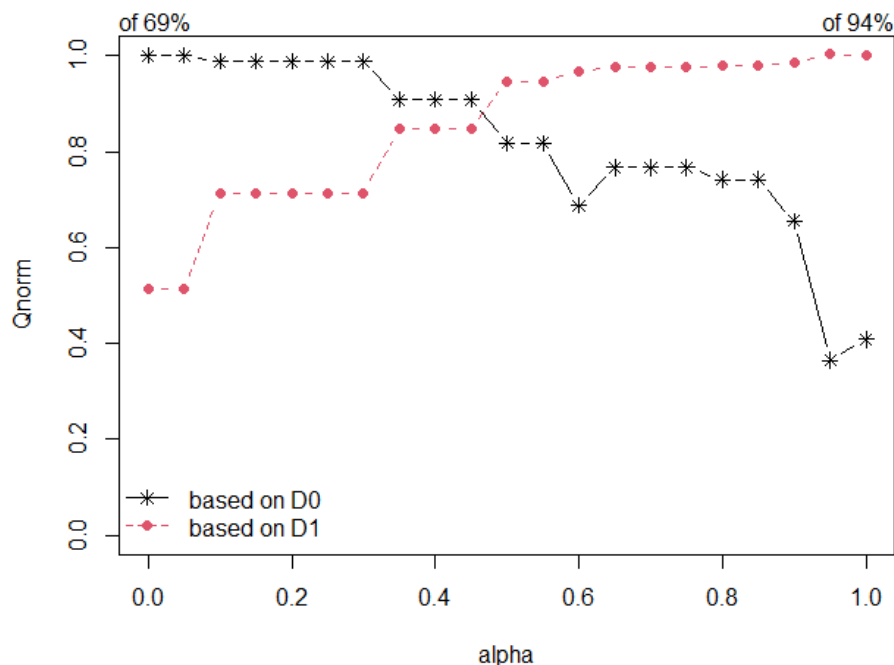
Peta persebaran variabel penelitian menunjukkan adanya ketimpangan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi antar kota dan kabupaten di provinsi Sumatera Utara. Gambar 1 menunjukkan bahwa sebaran variabel kecepatan internet seluler ( $x_5$ ) dan persentase pengguna internet ( $x_3$ ) cenderung lebih merata daripada 4 variabel lainnya. Median kecepatan internet seluler per kabupaten di Sumatera Utara sebesar 8.955 kbps dengan nilai minimum sebesar 2.297 kbps (Nias Barat) dan nilai maksimum sebesar 16.476 kbps (Medan). Median persentase pengguna telepon seluler per kabupaten ( $x_1$ ) di Sumatera Utara sebesar 82,90 persen dengan nilai minimum sebesar 64,10 persen (Nias Selatan) dan nilai maksimum sebesar 91,90 persen (Sibolga). Median kecepatan internet non seluler per kabupaten ( $x_6$ ) di Sumatera Utara sebesar 15.985 kbps dengan nilai minimum sebesar 3.789 kbps (Nias Barat) dan nilai maksimum sebesar 21698 kbps (Medan). Variabel pengguna komputer ( $x_2$ ) dan memiliki telepon rumah ( $x_4$ ) menunjukkan persebaran yang tidak merata antara mayoritas wilayah kabupaten dan kotamadya di Sumatera Utara.



**Gambar 1.** Sebaran spasial variabel penelitian

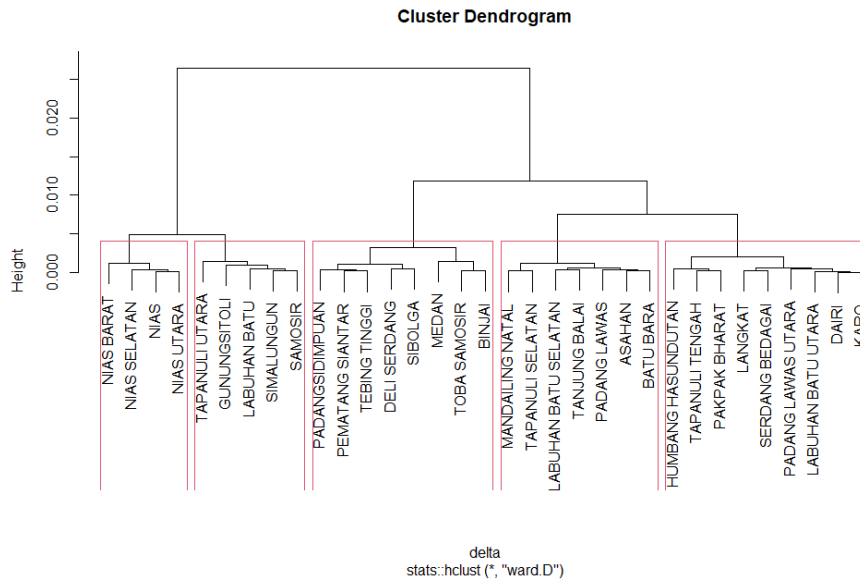
Median persentase pengguna komputer per kabupaten di Sumatera Utara sebesar 7,3 persen. Kotamadya memiliki persentase pengguna komputer lebih tinggi daripada wilayah kabupaten, dengan persentase tertinggi di Medan (18,5 persen) dan Padangsidempuan (18,1 persen), kemudian diikuti Pematang Siantar (17,2 persen), Tebing Tinggi (16,9 persen), Gunungsitoli (16,7 persen), Binjai (13,9 persen), Sibolga (13,6 persen) dan terakhir Tanjung Balai (8,8 persen). Wilayah kabupaten dengan persentase pengguna komputer tertinggi merupakan Humbang Hasudutan (10,8 persen) dan kabupaten persentase pengguna komputer terendah merupakan Langkat (4,2 persen). Median persentase rumah tangga yang memiliki sambungan telepon rumah per kabupaten di Sumatera Utara sebesar 0,1 persen. Tiga wilayah dengan persentase rumah tangga yang memiliki sambungan telepon rumah tertinggi adalah Medan (2,2 persen), Binjai (1,2 persen), dan Toba Samosir (1,1 persen). Terdapat 15 kabupaten/kota dengan persentase rumah tangga yang memiliki sambungan telepon rumah sebesar nol persen.

Pada tahap pembentukan *cluster*, keseimbangan pseudo-inertia antara  $D_0$  dan  $D_1$  diperoleh pada nilai  $\alpha=0,5$  jumlah *cluster*  $K = 5$  (Gambar 2). Nilai  $\alpha=0,5$  berarti bahwa bobot perbedaan variabel perkembangan TIK dan jarak spasial dianggap sama besar. Saat nilai  $\alpha=0$ , nilai  $Q_0$  dan  $Q_1$  yang dinormalisasi masing - masing sebesar 1 dan 0,51. Sedangkan saat nilai  $\alpha=0,5$  nilai  $Q_0$  dan  $Q_1$  yang dinormalisasi masing - masing sebesar 0,82 dan 0,51. Pada titik keseimbangan, terdapat pengurangan nilai homogenitas variabel perkembangan TIK sebesar 18 persen dan terjadi peningkatan homogenitas jarak spasial sebesar 43 persen.

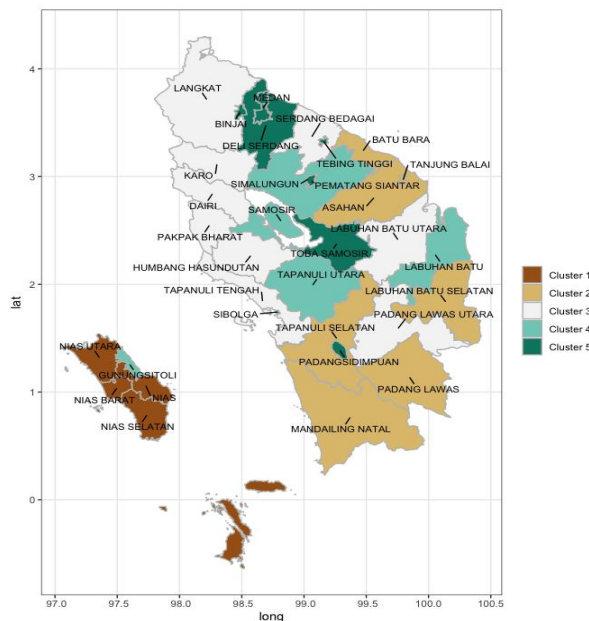


**Gambar 2.** Grafik nilai *pseudo-inertia* dan  $\alpha$

Terdapat lima cluster yang terbentuk sesuai dengan dendrogram pada Gambar 3 dan persebaran cluster ditunjukkan pada Gambar 4. Cluster 1 beranggotakan Nias Barat, Nias Selatan, Nias, dan Nias Utara. Cluster 2 beranggotakan Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Labuhan Batu Selatan, Tanjung Balai, Padang Lawas, Asahan dan Batu Bara. Cluster 3 beranggotakan Humbanghasudutan, Tapanuli tengah, Pakpak Barat, Langkat, Serdang Bedagai, Padang Lawas Utara, Labuhan Batu Utara, Dairi, dan Karo. Cluster 4 beranggotakan Tapanuli Utara, Gunungsitoli, Labuhan Batu, Simalungun, dan Samosir. Cluster 5 beranggotakan Padangsidempuan, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Deli Serdang, Sibolga, Medan, Toba Samosir, dan Binjai.



**Gambar 3.** Dendrogram hasil *clustering*



**Gambar 4.** Sebaran cluster kabupaten/kota berdasarkan perkembangan TIK

Cluster 1 secara khusus beranggotakan empat kabupaten di Pulau Nias, hal ini mengindikasikan bahwa dalam konteks perkembangan TIK kabupaten - kabupaten yang secara geografis terpisah dari daratan utama Sumatera Utara ini harus diberi perhatian secara khusus. Namun dapat diperhatikan bahwa Gunungsitoli tidak terkelompok pada cluster yang sama namun berada pada cluster yang beranggotakan kabupaten yang terletak di pulau Sumatera. Dapat disimpulkan bahwa keadaan perkembangan TIK di Gunungsitoli berbeda dari empat kabupaten tetangganya dan oleh karena kotamadya ini dapat diandalkan sebagai episentrum perkembangan TIK di Pulau Nias.

Cluster 2 beranggotakan mayoritas wilayah yang berada di selatan provinsi Sumatera Utara. Cluster 3 beranggotakan mayoritas wilayah yang berada di utara provinsi Sumatera Utara. Meskipun demikian, dapat diperhatikan bahwa terdapat beberapa wilayah di selatan yang termasuk ke dalam Cluster 3 dan sebaliknya. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun *clustering* yang dilakukan mempertimbangkan jarak wilayah, kesamaan (juga perbedaan) karakteristik perkembangan TIK antar kabupaten/kota juga menentukan hasil *clustering*.

Cluster 4 beranggotakan mayoritas wilayah di sekitar Danau Toba meskipun ada dua wilayah berada di lokasi yang jauh. Cluster 5 beranggotakan wilayah - wilayah dengan persebaran geografis lebih luas daripada keempat cluster lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa komponen penciri perkembangan TIK lebih berpengaruh daripada kedekatan geografis pada pembentukan cluster ini. Namun perlu diperhatikan bahwa cluster ini beranggotakan kotamadya (kecuali Toba Samosir) yang secara umum lebih berkembang baik dari segi ekonomi maupun infrastruktur TIK daripada kabupaten. Oleh karenanya anggota - anggota dari kelompok ini dapat diperlakukan sebagai wilayah episentrum perkembangan TIK di Sumatera Utara.

## **V. KESIMPULAN**

Hasil pengelompokan kabupaten/kota di Sumatera Utara berdasarkan perkembangan TIK menunjukkan bahwa wilayah Pulau Nias masih memerlukan perhatian khusus, mengingat secara geografis wilayahnya yang terpisah dari daratan utama. Kotamadya, dengan kondisi perkembangan TIK yang secara umum lebih baik daripada kabupaten, dapat dijadikan episentrum perkembangan TIK. Efek limpahan dari perkembangan TIK di wilayah - wilayah harus dimanfaatkan dan diatur dengan baik agar dapat berdampak positif kepada tetangganya, alih - alih menimbulkan kesenjangan.

Pengelompokan perkembangan TIK yang mempertimbangkan jarak dapat dijadikan acuan untuk perencanaan pembangunan infrastruktur yang lebih efisien. Pembangunan TIK dapat dimulai dari wilayah - wilayah maju, kemudian menyebar ke wilayah tetangganya, sebagaimana yang disimpulkan oleh Lin et al. (2017). Besarnya investasi untuk pembangunan infrastruktur pendukung adalah salah satu faktor yang menghambat perkembangan TIK di daerah - daerah

pinggiran. Oleh karenanya, model pengembangan bertahap seperti ini dapat dijadikan acuan karena karena kota/kabupaten yang belum berkembang hingga titik tertentu dapat mengandalkan efek limpahan perkembangan TIK dari wilayah tetangganya yang lebih maju. Meskipun demikian, terdapat kebijakan universal yang dapat dilakukan untuk menstimulasi pemanfaatan dan perkembangan TIK, seperti mengurangi biaya pembelian telepon seluler, menurunkan tarif internet, menurunkan tarif berlangganan jaringan telepon (Adeleye dan Eboagu, 2019).

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adeleye, N., & Eboagu, C. (2019). Evaluation of ICT development and economic growth in Africa. *NETNOMICS: Economic research and electronic networking*, 20, 31-53.
- Acheampong, A. O., Opoku, E. E. O., Dzator, J., & Kufuor, N. K. (2022). Enhancing human development in developing regions: Do ICT and transport infrastructure matter?. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121725.
- Alderete, M. V. (2017). Examining the ICT access effect on socioeconomic development: the moderating role of ICT use and skills. *Information Technology for Development*, 23(1), 42-58.
- Avgerou, C. (2003). The link between ICT and economic growth in the discourse of development. In *Organizational Information Systems in the Context of Globalization: IFIP TC8 & TC9/WG8. 2 & WG9. 4 Working Conference on Information Systems Perspectives and Challenges in the Context of Globalization June 15–17, 2003, Athens, Greece* (pp. 373-386). Springer US.
- Bankole, F. O., Shirazi, F., & Brown, I. (2011). Investigating the impact of ICT investments on human development. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 48(1), 1-19.
- Chavent, M., Kuentz-Simonet, V., Labenne, A., & Saracco, J. (2018). ClustGeo: an R package for hierarchical clustering with spatial constraints. *Computational Statistics*, 33(4), 1799-1822.
- Daulay, A., Yusuf, M., & Maipita, I. (2021, February). Analysis of Regional Disparity Among Regencies/Cities and the Correlation with Economic Growth North Sumatera in 2010-2019. In *International Conference on Strategic Issues of Economics, Business and, Education (ICoSIEBE 2020)* (pp. 45-50). Atlantis Press.
- De la Hoz-Rosales, B., Ballesta, J. A. C., Tamayo-Torres, I., & Buelvas-Ferreira, K. (2019). Effects of information and communication technology usage by individuals, businesses, and government on human development: An international analysis. *IEEE Access*, 7, 129225-129243.
- Iqbal, K., Hassan, S. T., Peng, H., & Khurshaid. (2019). Analyzing the role of information and telecommunication technology in human development: panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 15153-15161.
- Jackson, C., Kazanis, G., Shahnaz, I., Shimizy, K., Njoku, P., & Lin, Z. (2000). Information and communication technology and social exclusion. Paper for professional issues in IT.
- Jayaprakash, P., & Pillai, R. R. (2021). The role of ICT and effect of national culture on human development. *Journal of Global Information Technology Management*, 24(3), 183-207.
- Karaman Aksentijević, N., Ježić, Z., & Zaninović, P. A. (2021). The effects of information and communication technology (ICT) use on human development—a macroeconomic approach. *Economies*, 9(3), 128.
- Khan, N. H., Ju, Y., & Hassan, S. T. (2019). Investigating the determinants of human development index in Pakistan: an empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 19294-19304.
- Krugman, P. (1999). The role of geography in development. *International regional science review*, 22(2), 142-161.
- Lin, J., Yu, Z., Wei, Y. D., & Wang, M. (2017). Internet access, spillover and regional development in China. *Sustainability*, 9(6), 946.

Nevado-Peña, D., López-Ruiz, V. R., & Alfaro-Navarro, J. L. (2019). Improving quality of life perception with ICT use and technological capacity in Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, 148, 119734.

Palvia, P., Baqir, N., & Nemati, H. (2018). ICT for socio-economic development: A citizens' perspective. *Information & Management*, 55(2), 160-176.

Pedrelli, M. (2001). Developing countries and the ICT revolution.

Sen, A. (2010). The mobile and the world. *Information Technologies & International Development*, 6(SE), pp-1.

Song, Z., Wang, C., & Bergmann, L. (2020). China's prefectural digital divide: Spatial analysis and multivariate determinants of ICT diffusion. *International journal of information management*, 52, 102072.

Qureshi, S. (2011). Globalization in development: Do information and communication technologies really matter?. *Information Technology for Development*, 17(4), 249-252.

Qureshi, S., Kamal, M., & Wolcott, P. (2009). Information technology interventions for growth and competitiveness in micro-enterprises. *International Journal of Enterprise Information Systems (IJEIS)*, 5(2), 71-95.

Wang, D., Zhou, T., Lan, F., & Wang, M. (2021). ICT and socio-economic development: Evidence from a spatial panel data analysis in China. *Telecommunications Policy*, 45(7), 102173.

Zega, Y. T., Mursalin, D., & Yudhistira, I. P. (2022). Ketimpangan Pembangunan dan Konvergensi Pendapatan Antarkabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Ekonomi Pembangunan STIE Muhammadiyah Palopo*, 8(2), 188-207.