

ANALISIS JEJARING SOSIAL DATA DESA PRESISI MENGGUNAKAN *LOUVAIN COMMUNITY DETECTION* DAN *CENTRALITY* UNTUK KAJIAN INDEKS KESEJAHTERAAN DESA

ABDULLAH ALHAYAD ARAFAH



**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Jejaring Sosial Data Desa Presisi Menggunakan Louvain Community Detection dan Centrality untuk Kajian Indeks Kesejahteraan Desa” adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Abdullah Alhayad Arafah

RINGKASAN

ABDULLAH ALHAYAD ARAFAH. Analisis Jejaring Sosial Data Desa Presisi Menggunakan *Louvain Community Detection* dan *Centrality* untuk Kajian Indeks Kesejahteraan Desa. Dibimbing oleh ANNISA dan SOFYAN SJAF.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model analisis kesejahteraan rumah tangga berbasis *Social Network Analysis* (SNA) dengan memanfaatkan Data Desa Presisi (DDP) dan Indeks Kesejahteraan Desa (IKD). Selama ini, data kesejahteraan desa umumnya dianalisis secara tabular dan spasial melalui pendekatan *by name*, *by address*, dan *by coordinate*. Namun, pendekatan tersebut belum sepenuhnya mampu menjelaskan struktur relasional antarrumah tangga, terutama dalam membaca pola kedekatan sosial-ekonomi, homofili, segregasi, posisi aktor strategis, serta ketepatan sasaran kebijakan bantuan sosial. Penelitian ini dilakukan di Desa Sedupi, Kecamatan Tanah Abang, Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir, Sumatera Selatan, dengan unit analisis kepala keluarga. Secara khusus, penelitian ini bertujuan memodelkan data mikro DDP ke dalam SNA berbasis dimensi IKD, menerapkan algoritma Louvain, assortativity, dan centrality untuk mendeteksi kluster kerentanan sekaligus mengidentifikasi aktor kunci, serta merumuskan dasar evaluasi ketepatan sasaran distribusi bantuan sosial. Untuk mencapai tujuan tersebut, ditempuh tahapan berikut.

Data mikro rumah tangga ditransformasikan ke dalam graf berbobot tak berarah, di mana setiap kepala keluarga direpresentasikan sebagai simpul (*node*) dan hubungan antarsimpul (*edge*) dibentuk berdasarkan kemiripan lima dimensi IKD. Tahapan analisis meliputi pra-pemrosesan data, pembentukan atribut *node*, perhitungan kemiripan antarrumah tangga, seleksi *threshold*, konstruksi graf, deteksi komunitas menggunakan algoritma Louvain, analisis *assortativity*, analisis *centrality*, serta audit jaringan terhadap bantuan sosial, akses digital, dan atribut spasial.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan kesejahteraan rumah tangga terdiri atas 534 *node* dan 3.856 *edge* dengan nilai *density* 0,0271, *threshold* 0,30, serta menghasilkan 9 kluster Louvain dengan nilai *modularity* 0,5078. Temuan ini menunjukkan bahwa struktur kesejahteraan rumah tangga tidak tersebar secara acak, tetapi membentuk komunitas yang cukup kuat. Analisis *assortativity* menunjukkan bahwa dimensi pendidikan memiliki homofili tertinggi sebesar 0,619, diikuti sosial, hukum, dan HAM sebesar 0,514, lingkungan dan infrastruktur sebesar 0,402, sandang, pangan, dan papan sebesar 0,283, serta kesehatan dan pekerjaan sebesar 0,205. Dekomposisi *within-between assortativity* menghasilkan Q_w^* sebesar 0,632 dan Q_b^* sebesar 0,306, yang mengindikasikan kohesi internal komunitas yang kuat sekaligus adanya sekat antarkomunitas. Audit jaringan menunjukkan bahwa bantuan sosial memiliki nilai *assortativity* sangat rendah, yaitu 0,024, sehingga distribusinya belum sepenuhnya mengikuti struktur kerentanan kesejahteraan. Sebaliknya, akses internet dan kepemilikan ponsel menunjukkan pola pengelompokan dengan nilai masing-masing 0,420 dan 0,284. Analisis *centrality* mengidentifikasi 205 aktor strategis (38,4%), dan menariknya sebagian besar justru berasal dari kepala keluarga rentan (99,2% aktor multiperan berkategori Rendah/Sedang) dengan cakupan bansos yang masih rendah (21,0%), sehingga



layak menjadi kandidat verifikasi sekaligus agen difusi program. Secara spasial, *assortativity* dusun hanya 0,123, menegaskan bahwa kerentanan kesejahteraan lebih tepat dibaca sebagai fenomena jaringan lintas-dusun daripada sekat kewilayahan. Pemeringkatan kerentanan menempatkan Klaster 0 sebagai komunitas paling rentan, sehingga intervensi dapat diprioritaskan secara bertingkat. Uji validasi menegaskan kredibilitas temuan: jaringan bersifat *small-world* (sigma 6,16), modularitas dan homofili signifikan terhadap *null model*, serta struktur komunitas stabil pada rentang ambang 0,2-0,3. Dengan demikian, integrasi DDP dan SNA dapat memperluas pendekatan pembangunan desa dari *by name*, *by address*, dan *by coordinate* menjadi *by relation*, serta mendukung perumusan kebijakan desa yang lebih presisi, inklusif, dan akuntabel.

Kata kunci: *assortativity, centrality, Data Desa Presisi, Louvain, Social Network Analysis.*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

ABDULLAH ALHAYAD ARAFAH. Analysis of Precise Village Data Social Networks Using Louvain Community Detection and Centrality for Human Development Index Studies. Supervised by ANNISA and SOFYAN SJAF.

This study aims to develop a household welfare analysis model based on Social Network Analysis (SNA) by utilizing Precise Village Data and the Village Welfare Index. Village welfare data are commonly analyzed through tabular and spatial approaches based on by name, by address, and by coordinate principles. However, these approaches have not fully captured the relational structure among households, particularly in identifying socio-economic proximity, homophily, segregation, strategic actors, and the targeting accuracy of social assistance policies. This research was conducted in Sedupi Village, Tanah Abang District, Penukal Abab Lematang Ilir Regency, South Sumatra, Indonesia, using heads of households as the unit of analysis. Specifically, this study aims to model Precise Village Data microdata into an SNA representation based on the Village Welfare Index dimensions, to apply the Louvain algorithm, assortativity, and centrality analysis in order to detect vulnerability clusters and identify key actors, and to establish a basis for evaluating the targeting accuracy of social assistance distribution. To achieve these objectives, the following stages were carried out.

Household-level microdata were transformed into a weighted undirected graph, where each household was represented as a node and each edge was constructed based on similarity across the five dimensions of the Village Welfare Index. The analytical stages included data preprocessing, node attribute construction, household similarity calculation, threshold selection, graph construction, community detection using the Louvain algorithm, assortativity analysis, centrality analysis, and network-based audits of social assistance, digital access, and spatial attributes.

The results show that the household welfare network consists of 534 nodes and 3,856 edges, with a density value of 0.0271, a threshold of 0.30, and 9 Louvain clusters with a modularity value of 0.5078. These findings indicate that the household welfare structure is not randomly distributed but forms a relatively strong community structure. The assortativity analysis shows that the education dimension has the highest homophily value of 0.619, followed by social, legal, and human rights at 0.514, environment and infrastructure at 0.402, clothing, food, and housing at 0.283, and health and employment at 0.205. The within-between assortativity decomposition produces a Q_w^* value of 0.632 and a Q_b^* value of 0.306, indicating strong internal community cohesion and a clear separation between communities. The network audit reveals that social assistance has a very low assortativity value of 0.024, suggesting that its distribution does not fully align with the welfare vulnerability structure. In contrast, internet access and mobile phone ownership show clustering patterns, with values of 0.420 and 0.284, respectively. The centrality analysis identifies 205 strategic actors (38.4%), and notably most of them originate from vulnerable households (99.2% of multi-role actors are categorized as Low/Medium) with still-low social assistance coverage (21.0%), making them suitable candidates for verification as well as agents of program diffusion. Spatially,

the hamlet assortativity is only 0.123, confirming that welfare vulnerability is better read as a cross-hamlet network phenomenon than as an administrative-boundary pattern. The vulnerability ranking identifies Cluster 0 as the most vulnerable community, so that interventions can be prioritized in a tiered manner. Validation tests confirm the credibility of the findings: the network is small-world (sigma 6.16), modularity and homophily are significant against the null model, and the community structure is stable across the threshold range of 0.2–0.3. Therefore, integrating Precise Village Data with SNA extends village development analysis from by name, by address, and by coordinate toward a by relation approach, supporting more precise, inclusive, and accountable village policy formulation.

Keywords: assortativity, centrality, Louvain, Precise Village Data, Social Network Analysis



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS JEJARING SOSIAL DATA DESA PRESISI MENGGUNAKAN *LOUVAIN COMMUNITY DETECTION* DAN *CENTRALITY* UNTUK KAJIAN INDEKS KESEJAHTERAAN DESA

ABDULLAH ALHAYAD ARAFAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Komputer
pada
Program Magister Ilmu Komputer

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr.Eng. Wisnu Ananta Kusuma, S.T., M.T



Judul Proposal : Analisis Jejaring Sosial Data Desa Presisi Menggunakan
Louvain Community Detection dan *Centrality* untuk Kajian Indeks Kesejahteraan
Desa.

Nama : Abdullah Alhayad Arafah
NIM : M0503241025

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Eng. Annisa S.Kom., M. Kom

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Sofyan Sjaf S.Pt., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.
NIP 19821117 201404 1 001

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika:

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom.
NIP 196607021993021001

Tanggal Ujian:
(4 Agustus 2026)

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan Tahun 2025-2026 ini ialah analisis jejaring sosial data kesejahteraan desa, dengan judul “Analisis Jejaring Sosial Data Desa Presisi Menggunakan Louvain Community Detection dan Centrality untuk Kajian Indeks Kesejahteraan Desa”. Terima kasih penulis ucapkan kepada komisi pembimbing, Ibu Dr. Eng. Annisa, S. Kom., M. Kom dan Bapak Prof. Dr. Sofyan Sjaf S.Pt., M.Si, yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi Prof. Dr.Eng. Wisnu Ananta Kusuma, S.T., M.T, serta Laboratorium Data Desa Presisi dan pihak lain yang telah membantu selama pengumpulan dan pengolahan data. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada ayahanda Nur Arafah dan ibunda Sitti Nurhayati atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti, serta kepada adik Abdurahman Al Arafah dan kakak Choifa Rahmadina Arafah atas semangat yang selalu diberikan. Terima kasih penulis sampaikan pula kepada rekan-rekan seperjuangan Ilmu Komputer 2024, terkhusus Said, Giland, Atun, Erleni, dan Audri Aulia Masita Dewi, yang senantiasa menemani proses perkuliahan pascasarjana di IPB. Tidak lupa, penulis menyampaikan terima kasih kepada rekan-rekan Kebun Merdesa yang telah mengisi dan mewarnai perjalanan penulis selama ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Abdullah Alhayad Arafah



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Indeks Pembangunan Manusia	5
2.2 Data Desa Presisi	6
2.3 Teori Graf	8
2.4 <i>Social Network</i> dan Pemodelan-nya	9
2.5 <i>Social Network Analysis</i> (SNA)	11
2.6 <i>Community Detection</i> dalam Jaringan Sosial	16
2.7 <i>Assortativity</i>	17
2.8 Penelitian Terdahulu	20
III METODE	21
3.1 Desain Penelitian	21
3.2 Lokasi dan Unit Analisis	22
3.3 Jenis dan Sumber Data	22
3.4 Tahapan Penelitian	23
3.5 Lingkungan Pengembangan	30
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Struktur Komunitas Jaringan Kemiripan Kesejahteraan	32
4.2 Homofili dan <i>Assortativity</i> Dimensi Kesejahteraan	36
4.3 Dekomposisi <i>Assortativity Within-Between</i>	38
4.4 Evaluasi Penargetan Bantuan Sosial	39
4.5 Pemetaan Aktor Strategis Jaringan	44
4.6 Dimensi Spasial Jaringan antar-Dusun	57
4.7 Validasi Struktural dan Uji Ketahanan Model	61
V SIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Simpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
RIWAYAT HIDUP	74

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1 Parameter sensus Data Desa Presisi (Sjaf et al. 2022)	7
2 Dimensi Indeks Kesejahteraan Desa	22
3 Atribut pendukung analisis kebijakan	22
Spesifikasi perangkat keras	30
5 Kebutuhan perangkat lunak	31
6 Koefisien <i>assortativity</i> jaringan menurut dimensi IKD	37
7 Cakupan bantuan sosial menurut kategori kesejahteraan	39
8 Ringkasan profil IKD dan dimensi prioritas per klaster	40
9 Perbedaan IKD agregat penerima dan belum/tidak menerima bansos	42
10 Klasifikasi peran struktural KK berdasarkan empat metrik sentralitas	44
11 Keterkaitan peran aktor dengan tingkat kesejahteraan dan status penerimaan bantuan sosial	55
12 Profil kesejahteraan, penargetan bansos, dan aktor strategis menurut dusu	59
13 Peringkat kerentanan komunitas	60
14 Karakteristik topologi global jaringan	62
15 Hasil uji signifikansi metrik jaringan terhadap <i>null model</i>	63
16 Sensitivitas struktur jaringan terhadap ambang kemiripan	65

DAFTAR GAMBAR

1 Tahapan implementasi Data Desa Presisi (Sjaf et al. 2022)	6
2 Pengguna jaringan sosial (SN) dimodelkan sebagai graf (Majeed dan Rauf 2020)	9
3 Graf berlabel pada <i>Node</i> (Majeed dan Rauf 2020)	10
4 Graf berlabel pada <i>Edges</i> (Majeed dan Rauf 2020)	10
5 Gambaran visual tentang <i>closeness centrality</i> dalam sebuah Jaringan Sosial (Majeed dan Rauf 2020)	12
6 Gambaran visual tentang <i>degree centrality</i> dalam sebuah Jaringan Sosial (Majeed dan Rauf 2020)	12
7 Gambaran visual tentang <i>betweenness centrality</i> dalam sebuah Jaringan Sosial (Majeed dan Rauf 2020)	13
8 Gambaran visual tentang <i>eigenvalue centrality</i> dalam sebuah Jaringan Sosial (Majeed dan Rauf 2020)	14
9 Gambaran visual tentang <i>jordan centrality</i> dalam sebuah Jaringan Sosial (Majeed dan Rauf 2020)	15
10 Alur penelitian	23
11 Distribusi ukuran komunitas hasil deteksi Louvain	33
12 Distribusi derajat simpul jaringan kemiripan kesejahteraan	34
13 Distribusi skor IKD agregat menurut strata BPS	35
14 Visualisasi jaringan kemiripan IKD; warna menandai komunitas Louvain, ukuran simpul menandai derajat, dan tanda bintang menandai aktor strategis	36
15 Koefisien <i>assortativity</i> menurut dimensi kesejahteraan	37
16 Dekomposisi <i>assortativity within-between</i> kategori kesejahteraan	38
17 Cakupan bantuan sosial menurut kategori kesejahteraan	39
18 <i>Heatmap</i> profil dimensi IKD per klaster	40



19	<i>Heatmap</i> dimensi IKD dan agregat menurut status bansos per klaster	42
20	Distribusi peran aktor berdasarkan empat metrik sentralitas	44
21	Komunitas Louvain berdasarkan peran aktor strategis	45
22	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 0 berdasarkan peran aktor strategi	46
23	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 1 berdasarkan peran aktor strategi	47
24	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 2 berdasarkan peran aktor strategi	48
25	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 3 berdasarkan peran aktor strategi	48
26	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 4 berdasarkan peran aktor strategi	49
27	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 5 berdasarkan peran aktor strategi	50
28	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 6 berdasarkan peran aktor strategi	51
29	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 7 berdasarkan peran aktor strategi	52
30	<i>Drill-down</i> komunitas Louvain Klaster 8 berdasarkan peran aktor strategi	53
31	Komposisi aktor strategis menurut dusun	56
32	Komposisi aktor strategis menurut komunitas Louvain	57
33	Sebaran spasial komunitas Louvain menurut dusun	58
34	<i>Exclusion error</i> bantuan sosial menurut dusun	58
35	Perbandingan nilai observasi dengan ekspektasi <i>null model</i>	63
36	Sensitivitas jumlah komunitas dan modularitas terhadap ambang kemiripan	64