

Perbandingan Metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage* dalam menganalisis pH Tanah

Abdi Pandu Kusuma[#]

[#]Teknik Informatika, Universitas Islam Balitar Blitar
Jl. Majapahit 4A Blitar
pans.uib1blitar@gmail.com

Abstract

Tanah merupakan lapisan pada permukaan bumi yang berfungsi untuk tumbuh dan berkembangnya tumbuhan dan menyediakan kebutuhan air dan hara melalui akar. Tumbuhan tidak hanya dapat hidup hanya dengan adanya tanah sebagai media untuk dapat berkembang, selain tanah diperlukan pH untuk mempengaruhi kesuburan pada tanah demi kelangsungan hidup pada tumbuhan. Metode *Single Linkage* adalah salah satu bentuk dari metode *Hierarchical Clustering* yang memiliki keunggulan dapat mengelompokkan data dengan jarak lebih dekat dibandingkan dengan metode dari bentuk metode *Hierarchical Clustering* yang lain, metode yang dimaksud yakni Metode *Complete Linkage*. Pada penelitian ini akan ditampilkan hasil perbandingan antara metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage* untuk menganalisis pH Tanah. Hasil perbandingan antara kedua metode tersebut menunjukkan bahwa jarak antar cluster terpendek, yaitu sebesar 5,09252 yang diperoleh menggunakan metode *Single Linkage*, sedangkan metode *Complete Linkage* memberi jarak antar cluster sebesar 13,412907. Dengan demikian diperoleh jarak antar cluster pada metode *Single Linkage* lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode *Complete Linkage*.

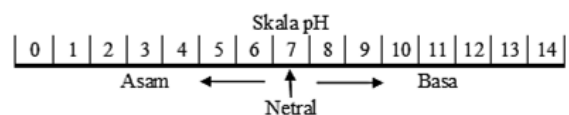
Keywords— *Complete linkage*, jarak antar *cluster*, pH, *single linkage*, tanah.

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan suatu benda alam yang tersusun dari padatan (bahan mineral dan bahan organik), cairan dan gas, yang menempati permukaan daratan, menempati ruang, dan dicirikan sebagai horison atau lapisan yang dapat dibedakan dari bahan asalnya sebagai hasil dari suatu proses penambahan, kehilangan, pemindahan dan transformasi energi di dalam suatu lingkungan [1].

Pada umumnya tanah sangat berperan penting sebagai tempat tumbuhnya vegetasi yang sangat berguna bagi kepentingan hidup manusia. Mutu tanah pada kesuburan tanah ditentukan oleh interaksi sejumlah sifat fisika, kimia dan biologi tanah yang menjadi habitat akar-akar aktif tanaman [2]. Salah satu sifat kimia pada tanah yang menjadi faktor pokok pada kesuburan tanah yakni pada pH tanah yang merupakan ukuran jumlah ion hidrogen dalam suatu larutan. Larutan dengan nilai pH rendah dinamakan "asam"

sedangkan yang nilai pH tinggi dinamakan "basa". Biasanya tanah pada daerah basah bersifat asam, sedangkan tanah di daerah kering bersifat basa. Pada tanah asam larutan tanahnya mengandung lebih banyak ion hidrogen (H^+) dibandingkan dengan ion hidroksil (OH^-), sebaliknya pada tanah basa tanahnya mengandung lebih banyak ion hidroksil (OH^-) dibandingkan dengan ion hidrogen (H^+). Skala pH terentang dari 0 (asam kuat) sampai 14 (basa kuat) dengan 7 (netral). Sedangkan pada pH tanah umumnya berada pada skala dengan nilai 4 hingga 10 [3].



Gambar 1. Skala pH

Penelitian ini didasarkan pada pembahasan tentang algoritma *hierarchical clustering* yang menggunakan keserupaan ukuran asimetris. Pada algoritma *hierarchical*

clustering terdapat 2 metode yang dilakukan perbandingan untuk menentukan kecepatan penggabungan antar *cluster* sehingga diperoleh jarak antar *cluster* yang paling minimum, diantaranya metode *Single Linkage* dan metode *Complete Linkage*. Penelitian ini mengklasifikasikan kedua metode *linkage* ke dalam dua kategori, yakni metode *bottom up* dan metode *top down*. Metode *bottom up* mendefinisikan ukuran yang serupa diantara dua objek dan memperluas keserupaan diantara beberapa *cluster*, sedangkan metode *top down* secara langsung menjelaskan keserupaan diantara beberapa *cluster* saja [4].

Hierarchical Clustering dilakukan dengan mengelompokkan data yang mirip dalam hirarki yang sama dan yang tidak mirip di hirarki yang agak jauh. *Hierarchical Clustering* umumnya dibuat untuk pengelompokan data dalam bentuk suatu hirarki berupa grafik dendrogram. Terdapat dua metode yang sering diterapkan yaitu *agglomerative hierarchical clustering* dan *divisive hierarchical clustering*. *Agglomerative* melakukan proses dimulai dari titik-titik objek sebagai individual *cluster* kemudian menggabungkan pasangan *cluster* terdekat hingga hanya terdapat satu *cluster* yang tersisa, sedangkan *divisive* melakukan proses dimulai dengan satu dimana semuanya bersifat *inclusive cluster* kemudian memisahkan sebuah *cluster* hingga setiap *cluster* terdiri dari sebuah titik.

Adapun tujuan penelitian dari penelitian ini yakni untuk membandingkan efektifitas penggunaan metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage* untuk menganalisis pH tanah. Manfaat dari penelitian ini yakni untuk memberikan tambahan literatur atau referensi terhadap peneliti selanjutnya dalam melakukan penelitian menggunakan metode *Single Linkage*.

II. ALGORITMA HIERARCHICAL CLUSTERING

Algoritma *hierarchical clustering* yang sering digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan diantaranya adalah menggunakan metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage*.

A. Single Linkage.

Single Linkage disebut juga dengan *minimum link*, dimana similiaritas dari dua *cluster* didasarkan terhadap dua titik dari dua *cluster* yang berbeda. Kelebihannya dapat menangani bentuk sekelompok *cluster* yang tidak elips, sedangkan kekurangannya adalah sensitif terhadap *noise* ataupun *outliers* [5].

Adapun algoritma pada *Single Linkage clustering* adalah sebagai berikut:

- Mulai dengan N *cluster*, setiap *cluster* mengandung entiti tunggal dan sebuah matriks simetrik dari jarak (*similarities*).
- Cari matriks jarak untuk pasangan *cluster* yang terdekat (paling mirip). Misalkan jarak antara *cluster* X dan Y yang paling mirip.
- Gabungkan *cluster* X dan Y. Label *cluster* yang baru dibentuk dengan (XY). Update entries pada matrik jarak dengan cara :

- Hapus baris dan kolom yang bersesuaian dengan *cluster* X dan Y.
- Tambahkan baris dan kolom yang memberikan jarak-jarak antara *cluster* (XY) dan beberapa *cluster* yang tersisa.
- Ulangi langkah 2 dan 3 sebanyak $(N-1)$ kali hingga semua objek akan berada dalam *cluster* tunggal.

B. Complete Linkage.

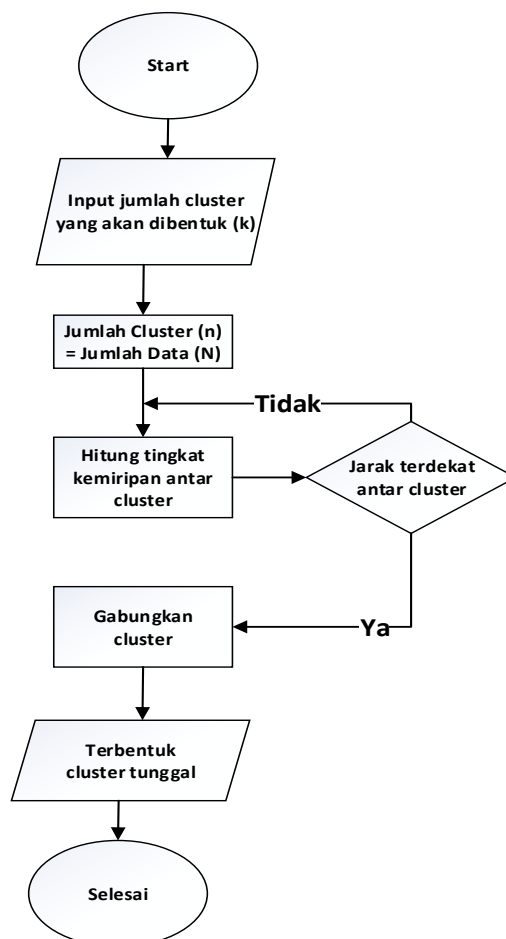
Complete Linkage disebut dengan *maksimum link*, dimana jarak antar dua buah *cluster* dihitung dari jarak terjauh antara anggota *cluster* yang satu dengan *cluster* yang kedua. Kelebihannya terletak pada sedikit pengaruh terhadap *noise* dan *outliers*, sedangkan kekurangannya adalah cenderung memecah *cluster* dengan ukuran yang besar dan lebih mengarah pada sekumpulan *cluster* berbentuk bulat.

Adapun perhitungan pada *Complete Linkage clustering* adalah sebagai berikut:

$$D_{(UV)W} = \text{maks}\{D_{UW}, D_{VW}\} \quad (1)$$

III. PERANCANGAN SISTEM

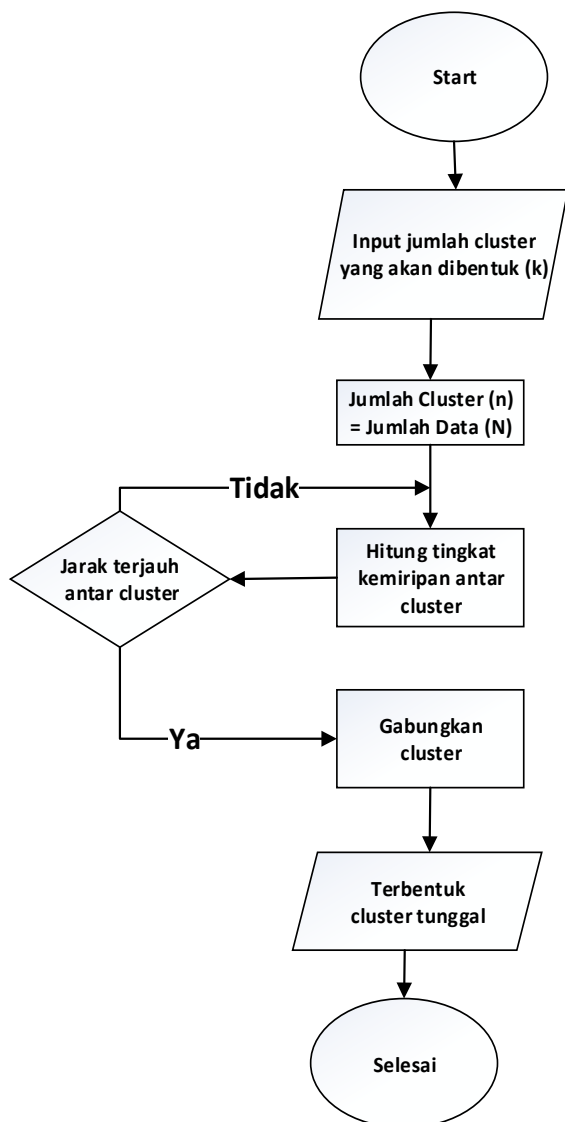
Gambar 2 ditunjukkan *flowchart* pada metode *Single Linkage*:



Gambar 2. Flowchart Metode Single Linkage

Implementasi *Single Linkage* dilakukan dengan menghitung tingkat kemiripan antar *cluster* untuk jarak terdekat pada setiap *cluster*. Dari hasil penentuan tingkat kemiripan antar *cluster* tersebut dilakukan penggabungan antar *cluster* hingga terbentuk sebuah *cluster* tunggal.

Gambar 3 ditunjukkan *flowchart* pada metode *Complete Linkage*:



Implementasi *Complete Linkage* dilakukan dengan menghitung tingkat kemiripan antar *cluster* untuk jarak terjauh pada setiap *cluster*. Dari hasil penentuan tingkat kemiripan antar *cluster* tersebut dilakukan penggabungan antar *cluster* hingga terbentuk sebuah *cluster* tunggal.

Perancangan sistem yang ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3 dalam menentukan tingkat kemiripan nilai pH dapat dilakukan dengan membandingkan beberapa metode dalam Algoritma *Hierarchical Clustering* antara metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage*.

Proses yang dilakukan dalam mengolah Algoritma *Hierarchical Clustering* adalah dengan menentukan jarak di

setiap titik pada area penelitian untuk menentukan tingkat kemiripan nilai pH tanah yang diukur menggunakan pH meter. Pengukuran pH tanah dilakukan dengan jarak maksimal 20 meter, kemudian menentukan jumlah *cluster* di setiap titik pada area penelitian.

Perbandingan antara metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage* akan menghasilkan total jarak penggabungan *cluster* hingga terbentuk *cluster* tunggal. Hasil total jarak digunakan untuk menentukan waktu penggabungan pada beberapa metode di atas, sehingga diperoleh hasil yang lebih baik dengan waktu pengambilan keputusan untuk menganalisis pH pada tanah.

A. Matriks Pengisian Nilai pH.

Pada matriks pengisian nilai pH dilakukan dengan menentukan hasil pengukuran pada jarak setiap 4 meter menjadi nilai pH yang akan diolah. Pengisian nilai pH dilakukan sejauh 20 meter seperti pada tabel 1 berikut:

TABEL I
Matriks Pengisian Nilai pH

Jarak I →	4m	8m	12m	16m	20m
Jarak II ↓					
4m	pH11	pH12	pH13	pH14	pH15
8m	pH21	pH22	pH23	pH24	pH25
12m	pH31	pH32	pH33	pH34	pH35
16m	pH41	pH42	pH43	pH44	pH45
20m	pH51	pH52	pH53	pH54	pH55

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Awal

Klasifikasi pH tanah menggunakan algoritma *Hierarchical Clustering* dilakukan dengan memetakan nilai dari skala pH di setiap titik sepanjang 20 meter. Nilai kemiripan/ keserupaan antar skala pH didapatkan dengan membandingkan antar nilai skala pH dengan menghitung titik pada setiap 4 meter dengan titik yang lainnya. Langkah awal untuk mengukur jarak kemiripan antara *cluster* dengan memetakan nilai pH tanah yang diukur menurut tabel I seperti pada tabel II .

TABEL II
Pemetaan pH Tanah Tahap Awal

Jarak I →	4m	8m	12m	16m	20m
Jarak II ↓					
4m	5,24	5,82	5,55	4,9	4,8
8m	5,1	5,86	5,13	4,7	5,05
12m	4,95	5,6	5,4	5	5,2
16m	4,5	5,5	5,16	4,55	5,45
20m	4,2	5,7	5,9	4,75	5,88

Pada Tabel II ditunjukkan hasil pengukuran pH tanah pada area penelitian setiap 20 meter pada jarak I dan sejauh 20 meter pada jarak II.

Langkah selanjutnya dengan membandingkan setiap titik *cluster* pH tanah untuk mendapatkan nilai kemiripan antar *cluster* pH tanah.

Tabel III menunjukkan hasil penentuan tingkat kemiripan pH tanah pada jarak II berdasarkan titik acuan jarak I.

Tabel IV menunjukkan hasil penentuan tingkat kemiripan pH tanah pada titik acuan jarak I berdasarkan jarak II.

Pada tabel III dan IV dilakukan menggunakan metode Single Linkage (cetak tebal), apabila ditemukan titik antar cluster yang memiliki tingkat kemiripan (similiaritas) paling besar, maka titik-titik tersebut yang pertama kali digabungkan sebagai sebuah *cluster*. Untuk menentukan nilai kemiripan pada titik pH dapat diselesaikan dengan selisih tingkat kemiripan paling kecil sebagai berikut:

- *Cluster* ph14,15 & ph11
 $= \min((\text{ph11}, \text{ph14}); (\text{ph11}, \text{ph15}))$
 $= \min(0,935 ; 0,916)$
 $= 0,935$
- *Cluster* ph14,15 & ph12
 $= \min((\text{ph12}, \text{ph14}); (\text{ph12}, \text{ph15}))$
 $= \min(0,842 ; 0,825)$
 $= 0,825$

TABEL III
HASIL PENENTUAN TINGKAT KEMIRIPAN PH TANAH UNTUK JARAK II BERDASARKAN TITIK ACUAN JARAK I

Indeks pH	pH13	pH14	pH15	pH21	pH22	pH23
pH11	0,944	0,935	0,916	0,973	0,894	0,979
pH12	0,953	0,842	0,825	0,876	0,993	0,881
pH13	1	0,883	<u>0,865</u>	<u>0,919</u>	0,894	0,979
pH14	0,883	1	<u>0,979</u>	<u>0,961</u>	0,836	0,955
pH15	0,865	0,979	1	0,941	0,819	0,936

Langkah selanjutnya dengan membandingkan antar titik ph yang masih tersisa hingga membentuk dua kelompok cluster.

TABEL IV
HASIL PENENTUAN TINGKAT KEMIRIPAN PH TANAH TITIK ACUAN JARAK I BERDASARKAN JARAK II

Indeks pH	pH11	pH12	pH13	pH14	pH15	pH21
pH14	0,935	0,841	0,883	1	0,979	0,961
pH15	0,916	0,825	0,865	0,979	1	0,941
pH21	0,973	0,876	<u>0,919</u>	<u>0,961</u>	0,941	1
pH22	0,894	0,993	<u>0,894</u>	<u>0,836</u>	0,819	0,871
pH23	0,979	0,881	0,979	0,955	0,936	0,994

Pada tabel III dan IV diatas menggunakan *Complete Linkage* (cetak miring) dilakukan dengan cara membandingkan jarak terjauh antara dua buah *cluster* untuk dilakukan penggabungan pertama kali. Untuk menentukan nilai kemiripan pada titik pH dapat diselesaikan dengan selisih tingkat kemiripan paling besar sebagai berikut:

- *Cluster* ph22,23 & ph11
 $= \max((\text{ph11}, \text{ph22}); (\text{ph11}, \text{ph23}))$
 $= \max(0,919 ; 0,888) = 0,888$
- *Cluster* ph22,23 & ph12
 $= \max((\text{ph12}, \text{ph22}); (\text{ph12}, \text{ph23}))$
 $= \max(0,979 ; 0,986)$
 $= 0,979$

Langkah selanjutnya dengan membandingkan antar titik ph yang masih tersisa hingga membentuk dua kelompok *cluster*.

B. Tahap Pengujian.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan efisiensi jarak antar cluster pada 25 titik cluster hingga terbentuk dua buah cluster akhir menggunakan algoritma *Hierarchical Clustering* antara metode Single Linkage dengan metode Complete Linkage.

Pengujian pertama menggunakan metode Single Linkage diperoleh hasil seperti tabel V.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN MENGGUNAKAN METODE SINGLE LINKAGE

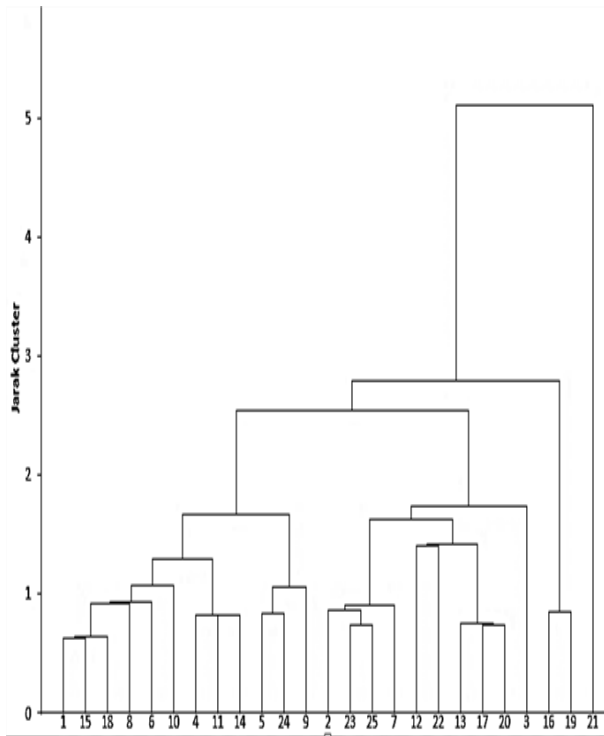
Iterasi	Cluster 1	Cluster 2	Jarak Cluster
1	1	15	0,632424
2	1	18	0,638251
3	17	20	0,74018
4	23	25	0,741946
5	13	17	0,750541
6	11	14	0,82465
7	4	11	0,829119
8	5	24	0,839496
9	16	19	0,848707
10	2	23	0,872815
11	2	7	0,90379
12	1	8	0,92507
13	1	6	0,936852
14	5	9	1,061406
15	1	10	1,078213
16	1	4	1,294681
17	12	22	1,405655
18	12	13	1,419683
19	2	12	1,630481
20	1	5	1,669133
21	2	3	1,741692
22	1	2	2,537433
23	1	16	2,791164
24	1	21	5,09252

Hasil pengujian pada Tabel V, maka dapat dibuat grafik dendrogram seperti pada gambar 4. Pengujian pertama didapatkan hasil sebanyak 24 iterasi dengan jarak total penggabungan antar cluster diperoleh hasil sebesar 5,09252.

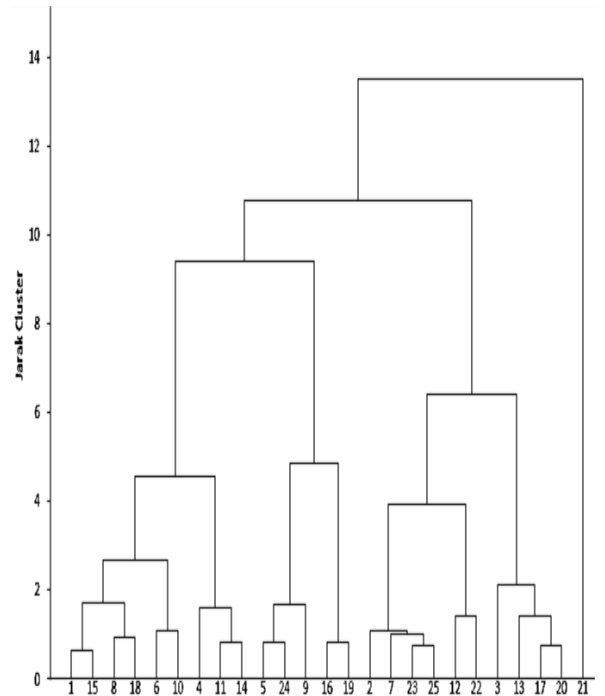
Pengujian kedua menggunakan metode Complete Linkage didapatkan hasil sejumlah iterasi yang sama dengan metode Single Linkage yakni sebanyak 24 iterasi, tetapi untuk jarak total penggabungan antar cluster diperoleh hasil sebesar 13,412907.

Pengujian kedua menggunakan metode Complete Linkage diperoleh hasil seperti tabel VI.

Hasil pengujian menggunakan metode Complete Linkage, maka dapat digambarkan grafik dendrogram seperti pada gambar 5.



Gambar 4. Dendrogram dengan metode *Single Linkage*



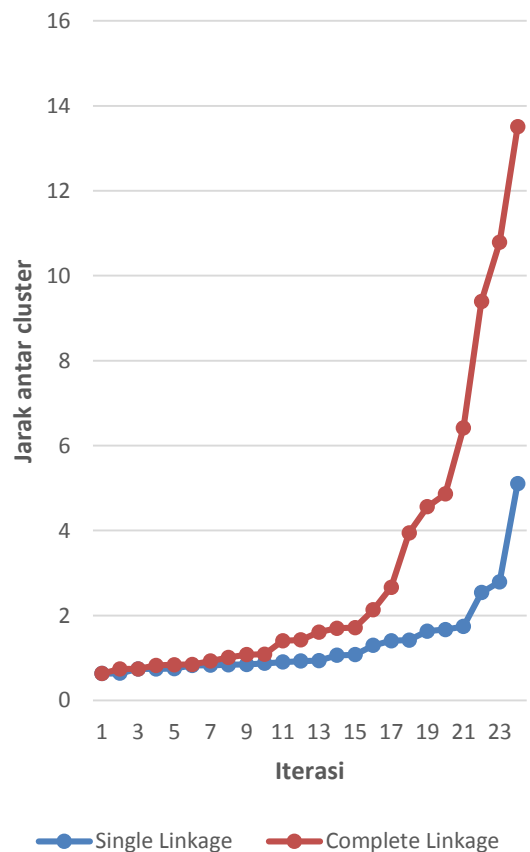
Gambar 5. Dendrogram dengan metode *Complete Linkage*

TABEL VI
HASIL PENGUJUAN MENGGUNAKAN METODE
COMPLETE LINKAGE

Iterasi	Cluster 1	Cluster 2	Jarak Cluster
1	1	15	0,632424
2	17	20	0,74018
3	23	25	0,741946
4	11	14	0,82465
5	5	24	0,839496
6	16	19	0,848707
7	8	18	0,92507
8	7	23	1,01216
9	6	10	1,078213
10	2	7	1,08948
11	12	22	1,405655
12	13	17	1,423534
13	4	11	1,606859
14	5	9	1,699874
15	1	8	1,712682
16	3	13	2,133804
17	1	6	2,66386
18	2	12	3,943152
19	1	4	4,558113
20	5	16	4,86151
21	2	3	6,418581
22	1	5	9,392742
23	1	2	10,788924
24	1	21	13,412907

Hasil perbandingan antara metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage*, maka dapat digambarkan grafik perbandingan seperti pada gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan pada metode *Single Linkage* menghasilkan efisiensi waktu yang lebih minimum dibandingkan metode *Complete Linkage*.



Gambar 6. Grafik perbandingan metode

V. KESIMPULAN

Proses analisis klasifikasi pH tanah menggunakan metode Single Linkage dan Complete Linkage pada Algoritma *Hierarchical Clustering* diatas menunjukkan bahwa untuk memperoleh hasil penentuan nilai pH dengan jarak terpendek yakni dengan menggunakan metode Single Linkage dengan jarak cluster akhir sebesar 5,09252 pada titik cluster ph1 dan ph21, jika dibandingkan metode Complete Linkage yang menghasilkan jarak pada cluster akhir yang lebih panjang. Penggabungan antar cluster menggunakan metode Single Linkage menghasilkan total waktu yang minimum dibandingkan metode Complete Linkage, sehingga diperoleh hasil yang lebih baik dengan waktu pengambilan keputusan untuk menganalisis pH pada kesuburan tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Badan Pelaksana Penyuluhan Pertanian, Perikanan Dan Kehutanan (BP4K) yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian tentang analisis pH tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adisoemartono, S. 1994. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Edisi Keenam. Erlangga. Jakarta. h. 174-178.
- [2] Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Mediatama Sarana Perkasa. Cetakan Pertama. Jakarta. h.123-127, h.167-171.
- [3] Hermawati, F.A. 2013. *Data Mining*. Edisi Kesatu. Andi. Yogyakarta. h.123-151.
- [4] Kusuma, A.P; Hasanah, R.N; and Dachlan, H.S. 2014. DSS untuk Menganalisis pH Kesuburan Tanah Menggunakan Metode Single Linkage. *Jurnal EEICCS*. h.61-66.
- [5] Soil Survey Staff. 1998. *Key to Soil Taxonomy*. Eighth Edition. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. h.9-10.
- [6] Takumi, S. and S. Miyamoto. 2012. Top-down vs Bottom-up methods of Linkage for Asymmetric Agglomerative Hierarchical Clustering, *Abstracts IEEE International Conference on Granular Computing*. (12): 459-464.