

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Sejenis Terdahulu

Dalam proses penelitian ini menggunakan hasil beberapa penelitian sejenis terdahulu sebagai referensi dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Penelitian Sejenis Terdahulu

No	Judul	Penulis dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ DAN PM10) Di Bukit Kototabang Berbasis ISPU	Agusta Kurniawan, 2017	Metode Kualitatif – Studi Pustaka	Kualitas udara di Bukit Kototabang selama tahun 2012 tergolong baik, dibuktikan hanya 11 hari dari 366 hari atau hanya 3 % berkategori tidak baik, sisanya 97 % berkategori baik.
2	Kualitas Udara Ambien Di Sekitar Industri Semen Bosowa Kabupaten Maros	Aznaeni Duppa, Anwar Daud, Burhanuddin Bahar, 2020	Metode Kualitatif – Studi Pustaka	Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi PM2.5 masih dibawah standar baku mutu yang ditetapkan oleh EPA (35µg/m ³). Walaupun masih dibawah standar baku mutu namun, tetap perlu dilakukan upaya-upaya untuk mempertahankan kondisi tersebut sehingga tidak akan menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat.
3	Analisis Kualitas Udara Ambien Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor Di Kawasan Coyudan, Surakarta	Dyah Ratri Nurmaningsih, 2018	Metode Kualitatif – Studi Pustaka	Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai emisi gas buang lokasi penelitian masih Memenuhi standar kualitas udara yang diijinkan, meskipun demikian diharapkan pada semua masyarakat agar tetap memperhatikan baik kondisi lingkungan maupun penggunaan sarana transportasi, serta keadaan lalu lintas yang baik.
4	Analisis Kualitas Udara Ambien Sulfur Dioksida (SO ₂) Dan	Samson Fernando Weyai, Novita Medyati, Frans	Metode Studi Literatur	Kualitas Udara Ambien Sulfur Dioksida (SO ₂) dan Nitrogen Dioksida (NO ₂) pada Distrik Muara Tami Kota Jayapura berada dalam

	Nitrogen Dioksida (NO ₂) Pada Distrik Muara Tami Kota Jayapura	A.Asmuruf, 2022		rentang 0-50 sesuai dengan Pemen Nomor P.14/Menlhk/Setjen/KUM.1/7/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara sehingga dapat dikategorikan ke dalam kageori baik.
5	Analisis Kualitas Udara Ambien Dan Penentuan Lokasi Stasiun Pemantauan Kualitas Udara (Spku) DKI Jakarta	Roy Wangintan, Asep Sofyan	Metode Studi Literatur	Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk stasiun DKI 1, zat pencemar dominan adalah NO ₂ dimana stasiun DKI 1 ini berlokasi di bunderan HI yang merupakan stasiun pemantau road site. NO ₂ merupakan zat pencemar yang diproduksi dari hasil pembakaran kendaraan bermotor. Pada stasiun DKI 2, zat pencemar dominan adalah SO ₂ hal ini sangat dimungkinkan karena stasiun DKI 2 berlokasi di Kelapa Gading Jakarta Utara yang merupakan daerah kawasan industri.

2.2. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam Udara Ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan, Pasal 1, Ayat (49) PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Indonesia). Pencemaran udara dewasa ini semakin memprihatinkan, seiring dengan semakin meningkatnya kegiatan transportasi, industri, perkantoran, dan perumahan yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap pencemaran udara. Udara yang tercemar dapat menyebabkan gangguan

kesehatan, terutama gangguan pada organ paru-paru, pembuluh darah, dan iritasi mata dan kulit.

2.3. Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran udara adalah setiap kegiatan manusia yang mengeluarkan Pencemar Udara ke dalam Udara Ambien, Pasal 1, Ayat (48) PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Indonesia).

Sumber pencemaran udara pada prinsipnya ada dua macam yaitu sumber bergerak dan sumber tidak bergerak. Sumber tidak bergerak dapat berupa pabrik atau industri sedangkan sumber bergerak berupa semua alat transportasi yang menggunakan bahan bakar fosil. Sumber bahan pencemar udara menentukan jenis bahan pencemarannya di daerah perkotaan dan daerah industri parameter bahan pencemar udara gas SO₂, CO, NO₂ dan partikel debu erat hubungannya dengan penyakit saluran pernapasan.

2.4. Klasifikasi Bahan Pencemar Udara

Menurut HJ Mukono (2011) Bahan pencemar udara atau polutan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu polutan primer dan polutan sekunder.

2.4.1 Polutan primer

Polutan primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu dan dapat berupa gas dan partikel.

1. Gas terdiri atas :

- a. Senyawa karbon yaitu hidrokarbon teroksidasi dan karbon oksida atau CO atau CO₂.
- b. Senyawa sulfur yaitu sulfur oksida senyawa nitrogen yaitu nitrogen oksida dan amonia.
- c. Senyawa halogen yaitu fluor klorin hidrogen klorida hidrokarbon terklorinasi dan bromin

Penyebab pencemaran lingkungan di atmosfer biasanya berasal dari sumber kendaraan bermotor dan atau industri bahan pencemar yang dikeluarkan antara lain adalah gas NO₂, SO₂, SO₃, Ozon, CO, HC dan partikel Debu. Gas NO₂, SO₂, HC dan CO dapat dihasilkan dari proses pembakaran oleh mesin yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan fosil (Mostardi, 1981).

2. Partikel

Partikel dalam atmosfer mempunyai karakteristik spesifik dapat berupa zat padat maupun suspensi aerosol cair bahan partikel tersebut dapat berasal dari proses kondensasi proses dispersi misalnya proses menyemprot atau spraying maupun proses erosi bahan tertentu. Asap atau smoke sering kali dipakai untuk menunjukkan campuran bahan partikulat atau partikulat meter, uap, gas, dan kabut. Adapun definisi masing-masing adalah sebagai berikut :

- a. Asap adalah partikel karbon yang sangat halus dan merupakan hasil dari pembakaran yang tidak sempurna

- b. Debu adalah partikel padat yang dapat dihasilkan oleh manusia atau alam dan merupakan hasil dari proses pemecahan suatu bahan
- c. Titik uap adalah partikel padat yang merupakan hasil dari proses sublimasi distilasi atau reaksi kimia
- d. Kabut adalah partikel cair dari reaksi kimia dan kondensasi uap air

Berdasarkan ukuran, secara garis besar partikel dapat merupakan suatu:

- a. Titik partikel debu kasar, jika diameternya lebih besar dari 10 mikron
- b. Partikel debu, uap, dan asap, jika diameternya antara 1 sampai 10 mikro
- c. Aerosol, jika diameternya lebih kecil dari 1 mikron

2.4.2 Polutan sekunder

Polutan sekunder biasanya terjadi karena reaksi dari 2 atau lebih bahan kimia di udara, misalnya reaksi fotokimia. Sebagai contoh adalah disosiasi NO_2 yang menghasilkan NO dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah :

- a. Konsentrasi relatif dari bahan reaktan B
- b. Derajat foto aktivasi
- c. Kondisi iklim
- d. Topografi lokal dan adanya embun

Polutan sekunder ini mempunyai sifat fisik dan sifat kimia yang tidak stabil termasuk dalam polutan sekunder ini adalah Ozon, *Peroxy Acyl Nitrat* (PAN) dan *formaldehid* .

2.5. Baku Mutu Udara Ambien

Menurut PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu udara ambien adalah ukuran kondisi udara pada waktu dan tempat tertentu yang diukur dan/atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan. Berikut ini, tabel 2.2 mengenai baku mutu udara ambien.

Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien PP RI No.22 Tahun 2021

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
1.	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 jam	150 µg / m ³	Aktif kontinu
				Aktif manual
		24 jam	75 µg / m ³	Aktif kontinu
		1 tahun	45 µg / m ³	Aktif kontinu
2.	Karbon Monoksida (CO)	1 jam	10.000 µg / m ³	Aktif kontinu
		8 jam	4.000 µg / m ³	Aktif kontinu
3.	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	200 µg / m ³	Aktif kontinu
				Aktif manual
		24 jam	65 µg / m ³	Aktif kontinu
		1 tahun	50 µg / m ³	Aktif kontinu
4.	Oksidan fotokimia (Ox) sebagai Ozon (O ₃)	1 jam	150 µg / m ³	Aktif kontinu
				Aktif manual
		8 jam	100 µg / m ³	Aktif kontinu
		1 tahun	35 µg / m ³	Aktif kontinu
5.	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	3 jam	160 µg / m ³	Aktif kontinu
6.	Partikulat Debu <100 µm (TSP)	24 jam	230 µg / m ³	Aktif manual
	Partikulat Debu <10 µm (PM ₁₀)	24 jam	75 µg / m ³	Aktif kontinu
				Aktif manual
		1 tahun	40 µg / m ³	Aktif kontinu
	Partikulat Debu <2,5 µm (PM _{2,5})	24 jam	55 µg / m ³	Aktif kontinu
			Aktif manual	
		1 tahun	15 µg / m ³	Aktif kontinu
7.	Timbal (Pb)	24 jam	2 µg / m ³	Aktif manual

2.5.1. CO

Karbon monoksida merupakan pencemaran udara yang paling besar dan

umum dijumpai. Sebagian besar CO terbentuk akibat proses pembakaran bahan-bahan karbon yang digunakan sebagai bahan bakar secara tidak sempurna. Misalnya dari pembakaran bahan bakar minyak, pemanas, proses-proses industri dan pembakaran sampah.

Daya reaksi CO paling kecil dibandingkan dengan bahan pencemar lain. Di alam dapat bersumber dari proses-proses berikut (Fardiaz, 1992):

1. Pembakaran tidak sempurna terhadap karbon atau senyawa yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara senyawa karbondioksida dengan senyawa lain yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi gas karbon dioksida akan terurai menjadi karbon monoksida dan atom O (kemampuan CO mengikat hemoglobin 200-300 kali lebih besar daripada oksigen).

Pengaruh beracun CO terhadap tubuh terutama disebabkan oleh reaksi antara CO dengan hemoglobin (Hb) di dalam darah. Hb di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transpor untuk membawa oksigen dari paru-paru ke sel-sel tubuh dan membawa CO₂ dari sel-sel tubuh ke paru-paru.

Dengan adanya CO, Hb dapat membentuk COHb. Jika terjadi demikian maka kemampuan darah untuk mentranspor oksigen menjadi berkurang. Polusi udara oleh CO juga terjadi selama merokok. Konsentrasi CO yang tinggi di dalam asap rokok yang terisap tersebut mengakibatkan kadar COHb di dalam meningkat (Fardiaz, 1992).

Jika CO terhirup dapat mengakibatkan hal-hal sebagai berikut (Kusnoputranto, 2000):

1. Gangguan keseimbangan refleksi, sakit kepala, pusing, koma, kerusakan sel otak dengan keterpaparan CO selama 1 jam atau lebih dengan konsentrasi 50- 100 ppm.
2. Menyebabkan sakit kepala yang cukup berat, pusing, koma, kerusakan sel otak dengan keterpaparan selama 2 jam dan konsentrasi CO sebesar 250 ppm.
3. Keterpaparan CO selama 1 jam dengan konsentrasi 750 menyebabkan kehilangan kesadaran, keterpaparan 3-4 jam menyebabkan kematian.

2.5.2. SO₂

Sulfur Dioksida (SO₂) adalah Zat pencemar primer. Belerang oksida terutama berasal dari proses pembakaran arang batu, minyak bumi, penggilingan minyak tanah, industri kimia tertentu, industri logam dan lain sebagainya (Salim,1981). Sulfur dioksida merupakan gas tak berwarna yang menimbulkan rasa jika konsentrasinya 0,3 ppm dan menghasilkan bau yang kuat pada tingkat konsentrasi yang lebih besar dari 0,5 ppm. SO₂ adalah gas yang dapat diserap oleh selaput lendir hidung dan saluran pernafasan. Gas SO₂ dan H₂ SO₄ dengan konsentrasi tinggi dapat merusak paru-paru titik paparan jangka panjang dari SO₂ dari pembakaran batubara dapat mengganggu fungsi paru-paru atau menimbulkan penyakit pernapasan lainnya (Salim,1981).

Pengaruh lain dari pencemar SO_2 terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi jika kadar SO_2 5 ppm atau lebih, bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1 sampai 2 ppm. SO_2 dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita penyakit kronis pada sistem pernafasan kardiovaskular (Depkes, 2007). SO_2 adalah gas yang bersifat iritasi kuat bagi kulit dan selaput lendir pada konsentrasi 6-12 ppm. Dalam keadaan rendah SO_2 dapat menimbulkan plasma temporer otot-otot polos pada *bronchioli*. Bila kadar SO_2 rendah, akan tetapi terpapar dalam kadar yang berulang kali, dapat menimbulkan iritasi selaput lendir (Slamet, 1994).

Sulfur dioksida adalah unsur penting di atmosfer di daerah tercemar gas ini dipancarkan ke troposfer sebagai akibat dari fenomena antropogenik dan alami. Gunung berapi merupakan sumber alami yang penting dari gas SO_2 di atmosfer. Sumber utama SO_2 dari antropogenik meliputi konsumsi BBM, peleburan bijih sulfida logam untuk mendapatkan logam murni dan pembakaran batubara titik SO_2 ketika dibebaskan ke atmosfer bereaksi cepat dengan OH untuk membentuk HSO_3 yang kemudian bereaksi dengan O_2 untuk membentuk SO_3 kemudian larut dalam awan dan aerosol, dimana ia bereaksi dengan H_2O . Sebagai hasil dari proses-proses tersebut, SO_2 dikonversi menjadi H_2SO_4 , sehingga menyebabkan hujan asam.

2.5.3. NO_2

Nitrogen dioksida (NO_2) adalah kontributor utama pembentukan kabut asap dan prekursor banyak polutan sekunder berbahaya, termasuk ozon dan partikel. Ini sangat reaktif dengan bahan kimia lain dan merupakan oksidator kuat. Nitrogen dioksida adalah gas merah-oranye tua. Ketika dilepaskan ke udara, terlihat sebagai kabut coklat kemerahan. Nitrogen dioksida dapat terbentuk dari aktivitas alam dan manusia. Sumber alami antara lain:

- 1) sambaran petir
- 2) gunung berapi
- 3) lautan
- 4) pembusukan biologis

Pembakaran menghasilkan oksida nitrogen, sebagian besar adalah nitrogen dioksida. Ketika kendaraan mengeluarkan oksida nitrogen, 90 hingga 95 persen emisinya adalah oksida nitrat (NO). Namun, oksida nitrat dengan cepat teroksidasi di udara luar ketika bereaksi terhadap oksigen, ozon, dan senyawa organik yang mudah menguap untuk membentuk nitrogen dioksida. Proses oksidasi terjadi di dalam ruangan, tetapi dengan kecepatan yang lebih lambat.

Meskipun nitrogen dioksida dapat menjadi polutan primer, sebagian besar menjadi perhatian sebagai polutan sekunder. Sebagai polutan primer, NO_2 dipancarkan dalam jumlah terbatas melalui kendaraan ke udara. Nitrogen dioksida juga merupakan polutan sekunder karena dapat dibentuk melalui oksidasi. Nitrogen dioksida selanjutnya teroksidasi menjadi asam nitrat (HNO_3), yang dapat memasuki lingkungan melalui tanah sebagai tetesan atau partikel

yang mengandung nitrat. Anak-anak penderita asma, dan orang dewasa dengan gangguan jantung dan pernapasan paling terpengaruh oleh kadar nitrogen dioksida. Tingkat konsentrasi tinggi nitrogen dioksida dapat menyebabkan:

- 1) batuk dan mengiritasi paru-paru
- 2) penurunan fungsi paru-paru
- 3) peningkatan serangan asma
- 4) kerusakan kardiovaskular
- 5) berat badan lahir rendah
- 6) resiko kematian dini.

Komite Dewan Riset Nasional Toksikologi (1998) menyelidiki insiden kecelakaan paparan NO_2 pada pekerja di bidang pertanian, ledakan pertambangan, eksplorasi ruang angkasa, dan kegiatan militer secara tidak sengaja terpapar dengan konsentrasi NO_2 yang tinggi, yang mengakibatkan berbagai penyakit medis yang parah, termasuk:

- 1) kesulitan bernafasdemam
- 2) pneumonia bronkial
- 3) bronkitis akut
- 4) kematian

2.5.4. TSP

Partikulat menurut Godish (2004) adalah istilah yang umum digunakan untuk mendeskripsikan partikel padat maupun cair yang sangat kecil. Partikel sebagai suatu kesatuan dari berbagai macam zat dibedakan atas ukuran,

geometri, komposisi kimia dan kandungan fisiko debu (partikulat di udara) dapat terjadi akibat proses alamiah, contohnya debu yang berasal dari erosi tanah, serbuk tanaman, debur ombak, letusan gunung berapi, dan lain-lain, serta dapat juga terjadi akibat aktivitas manusia, sebagai contoh abu dari proses pembakaran, debu dari kegiatan industri, dan lain-lain. Salah satu karakteristik utama dari partikulat dalam atmosfer ambient adalah ukuran partikel.

Disebut partikel apabila suatu objek tersebut memiliki ukuran diameter antara 0,005 - 500 f.Lm. Partikel keeil (berdiameter < 1 f.Lm) berperilaku sebagai gas dan memiliki gerak mengikuti arus aliran udara, serta mampu berkoagulasi di udara. Partikel yang lebih besar, lebih berkarakteristik sebagai suatu padatan dan sangat dipengaruhi oleh gaya gravitasi serta jarang berkelompok (Godish, 1991). Laju pengendapan partikel di udara dipengaruhi oleh ukuran partikel, berat jenis partikel, dan aliran udara (Fardiaz, 1992).

2.6. Analisa Kelompok (*Cluster Analysis*)

Analisis cluster adalah analisis untuk mengelompokkan elemen yang mirip sebagai objek penelitian untuk menjadi kelompok (*cluster*) yang berbeda dan *mutually exclusive* (Sitepu,2011). Analisis cluster termasuk dalam analisis statistik multivariat metode interdependen, dan oleh karena itu tujuan analisis cluster tidak untuk menghubungkan ataupun membedakan dengan sampel/variabel lain. Analisis cluster berguna untuk meringkas data dengan jalan mengelompokkan objek-objek berdasarkan kesamaan karakteristik tertentu diantara objek-objek yang akan diteliti. Analisis cluster terbagi atas dua metode, yaitu :

1. Metode hirarki

Pada metode hirarki ini dimulai dengan mengelompokkan dua atau lebih objek yang mempunyai kesamaan yang paling dekat. Kemudian proses diteruskan ke objek lain yang mempunyai kedekatan kedua. Demikian seterusnya sampai cluster akan membentuk semacam "pohon" hierarki (tingkatan) yang jelas antar objek dari yang paling mirip sampai yang paling tidak mirip. Dendrogram biasanya digunakan untuk membantu memperjelas proses hierarki tersebut.

2. Metode non-hirarki

Pada metode non-hirarki, digunakan jarak *Euclidian*, untuk menetapkan nilai kedekatan antara objek. Bakal cluster pertama adalah observasi pertama dalam set data. Bakal kedua adalah observasi lengkap berikutnya yang dipisahkan dari bakal pertama oleh jarak minimum khusus.

Analisis cluster adalah suatu alat untuk mengelompokkan sejumlah objek berdasarkan variabel yang secara relatif mempunyai kesamaan karakteristik diantara objek-objek tersebut, sehingga keragaman dalam suatu kelompok tersebut lebih kecil dibandingkan dengan keragaman antar kelompok. Objeknya dapat berupa barang, jasa, hewan, manusia (responden, konsumen, atau yang lain). Objek tersebut akan diklasifikasikan dalam satu atau lebih *cluster* (kelompok) sehingga objek-objek yang berada dalam satu cluster akan mempunyai kemiripan atau kesamaan karakter.

Adapun ciri-ciri *cluster* (kelompok) adalah:

1. Homogenitas (kesamaan) yang tinggi antar anggota dalam satu cluster
2. Heterogenitas (perbedaan) yang tinggi antar cluster yang satu dengan

cluster yang lain.

2.6.1. Tujuan Analisa Kelompok (*Cluster Analysis*)

Setelah mengelompokkan objek pengamatan kedalam kelompok berdasarkan variabel dapat diketahui bahwa tujuan utama dari penggerombolan objek adalah untuk memperoleh kelompok objek yang memiliki nilai relatif sama. Sehingga nantinya dalam interpretasi, objek-objek yang berada pada satu cluster memiliki peluang yang cukup tinggi akan muncul bersamaan pada satu individu (Sitepu,2011).

2.6.2. Konsep Dasar Dalam Analisa Kelompok (*Cluster Analysis*)

Proses analisis cluster tersebut meliputi:

- 1) Menentukan ukuran ketakmiripan antara kedua objek.

Proses pertama yaitu mengukur seberapa jauh ada kesamaan antar objek. Dengan memiliki sebuah ukuran kuantitatif untuk mengatakan dua objek tertentu lebih mirip dibandingkan dengan objek lain, akan mempermudah proses peng-cluster-an. Salah satu yang bisa menjadi ukuran ketidakmiripan adalah fungsi jarak antara objek a dan b, yang biasa dinotasikan dengan $d(a,b)$ Adapun sifat-sifat ukuran ketidakmiripan adalah:

$$d(a,b) \geq 0$$

$$d(a,b)=0$$

$$d(a,b)=d(b,a)$$

(a,b) meningkat seiring semakin tidak mirip- nya kedua objek a dan b

$$d(a,c) \leq d(a,b) + d(b,c)$$

Jarak paling umum digunakan adalah jarak *Euclidian*. Ukuran jarak atau ketidaksamaan antar objek ke-i dengan objek ke-h, dapat disimbolkan dengan d_{ih} .

Adapun nilai d_{ih} diperoleh melalui perhitungan jarak kuadrat sebagai berikut:

$$d_{ih} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{hj})^2}$$

Di mana:

- a) d_{ih} = jarak kuadrat Euclidian antar objek ke-i dengan objek ke-h
- b) p = jumlah variabel cluster
- c) x_{ij} = nilai dari objek ke-i pada variabel ke-j
- d) x_{hj} = nilai dari objek ke-h pada variabel ke-j

2) Membuat cluster

Proses pembuatan cluster dapat dilakukan dengan dua tahap, yaitu:

a) Metode Hirarki

Pada metode ini, dimulai dengan mengelompokkan data yang mempunyai kesamaan yang paling dekat. Kemudian diteruskan ke objek lain yang mempunyai kedekatan ke- dua. Demikian seterusnya sehingga kelompok akan membentuk semacam pohon, dimana ada hierarki yang jelas antar objek, dari yang paling mirip sampai yang paling tidak mirip. Metode yang digunakan

adalah *single linkage* (pautan tunggal). Metode ini akan mengelompokkan dua objek yang mempunyai jarak terdekat lebih dahulu. Jadi pada setiap tahapan, banyaknya cluster akan berkurang satu. Hasil berupa *single linkage clustering* dapat disajikan dalam bentuk suatu dendogram atau diagram pohon. Cabang-cabang pohon menunjukkan *cluster*. Cabang-cabang tersebut bertemu bersama-sama pada simpul yang posisinya sepanjang suatu sumbu jarak (kemiripan). Ini menunjukkan tingkat dimana penggabungan terjadi.

b) Metode Non-Hirarki

Metode ini dimulai dengan proses penentuan jumlah gerombol terlebih dahulu, dan yang digunakan adalah metode k-means. Metode k-means digunakan sebagai alternatif metode cluster untuk data dengan ukuran yang besar karena memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan metode hierarki.

3) Setelah cluster terbentuk, yaitu dengan kedua metode yang disebutkan, langkahselanjutnya adalah melakukan interpretasi terhadap cluster yang terbentuk.

4) Melakukan validasi cluster.