

PERANCANGAN JARINGAN AKSES *FIBER TO THE HOME* DENGAN ALGORITMA *K-MEANS CLUSTERING* PADA PERUMAHAN TAMAN ANGGREK GRAHA PADMA

Jasmine Firja Salsabila^{*)}, Imam Santoso dan Ajub Ajulian Zahra

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: jasminefirja2@gmail.com

Abstrak

Jaringan Fiber to The Home (FTTH) merupakan salah satu solusi jaringan akses yang mampu mengakomodir kebutuhan manusia terhadap informasi dan layanan internet dengan kecepatan hingga 10 Gbps yang dapat mendukung layanan *triple play*. Layanan FTTH merupakan jaringan akses yang menghubungkan *server* ke *client* dengan titik konversi optik berada di rumah pelanggan. Dalam proses perencanaannya FTTH masih memiliki kendala dengan proses peletakan Optical Distribution Point (ODP). Peletakan ODP masih dilakukan secara manual tanpa metode yang sistematis, penggunaan *K-Means* dianggap mampu membantu kendala tersebut. Tulisan ini membahas perencanaan jaringan akses FTTH menggunakan algoritma *K-means* di Perumahan Taman Anggrek Graha Padma. Dalam analisisnya, parameter yang akan diamati adalah koreksi lokasi penempatan ODP, Penentuan penyesuaian pengelompokan ONT, panjang kabel serat optik Nilai tertinggi link power budget yang diperoleh yaitu 21,878 dB yang telah memenuhi ketentuan link power budget.

Kata Kunci: *Fiber To The Home, Optical Distribution Point, K-Means Clustering, Link Power Budget.*

Abstract

Fiber to The Home (FTTH) network is one of the solutions of access networks that can accommodate the needs of information and internet services up to 10 Gbps that support the triple-play services. FTTH is an access network that connects servers and clients where the termination point is located at the user's house. During the time that the FTTH network is planned, it still has some constraints with the placement process of the optical distribution point (ODP). The replacement process is still done manually without any systematic method. The use of K-means is considered capable of solving the obstacles. This paper discusses FTTH access network planning using the K-means algorithm in Graha Padma Taman Anggrek housing. In this research, the parameters that to be observed is the correction of ODP placement location, ONT grouping adjustment, fiber optic cable length, and link power budget. The highest value of the link power budget obtained is 21,878 dB which meets the link power budget requirements.

Keywords: *Fiber To The Home, Optical Distribution Point, K-Means Clustering, Link Power Budget.*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang kian pesat memicu masyarakat mendapatkan layanan yang mudah, cepat dan efisien. Tren layanan yang semakin beragam dan kebutuhan akan layanan internet, telepon, dan video, atau yang biasa disebut dengan layanan *triple play* semakin besar dan mendorong penyedia layanan agar dapat memenuhi kebutuhan layanan informasi dan komunikasi[1]. Untuk memenuhi hal ini maka, dibangunlah suatu rancangan jaringan akses yang mampu menyediakan layanan sesuai standar dan bersifat andal.

Keterbatasan jaringan akses tembaga yang belum dapat memenuhi kebutuhan akan bandwidth yang besar ke pengguna, menyebabkan diusungnya suatu infrastruktur yang menggunakan serat optik sebagai media transmisinya yang dikenal dengan *Fiber to the Home (FTTH)* [2]. FTTH merupakan pengimplementasian dari teknologi transmisi fiber optik yang biasa disebut juga FTTx dan dapat mentransmisikan data dengan laju bit yang cepat dan stabil untuk sampai ke pengguna [3]. Berbagai aspek yang perlu diperhatikan dalam perancangan jaringan FTTH antara lain penentuan peletakan dan spesifikasi perangkat optik yang mengacu pada aspek parameter unjuk kerja, ekonomi, serta *maintenance* [4].

Perancangan jaringan akses FTTH yang dilakukan oleh PT Telekomunikasi Indonesia Tbk. pada saat ini masih memiliki beberapa kendala berupa penentuan lokasi penempatan *Optical Distribution Point* (ODP) secara manual tanpa sebuah metode sistematis dan tidak terdapat daftar keanggotaan rumah calon pelanggan untuk suatu ODP berdasarkan jarak terdekat. Masalah tersebut dapat menyebabkan suatu rumah pelanggan dihubungkan dengan sebuah ODP yang jaraknya jauh, sehingga bertambahnya nilai redaman serat optik berdasarkan panjang kabel dan menyebabkan distribusi kabel yang menjadi tidak beraturan.

Kmeans clustering merupakan algoritma pengelompokan yang populer dan biasa digunakan ketika mencari tau mengenai gambaran mengenai dataset. Kmeans bertujuan untuk mengelompokkan titik data ke sub kelompok yang tidak tumpang tindih.[5]

Makalah ini berfokus pada kendala saat proses perancangan jaringan akses FTTH berupa penggunaan *K-Means Clustering* pada perancangan jaringan akses FTTH yang berlokasi di Perumahan Taman Angrek Graha Padma. Penggunaan algoritma ini memberikan keuntungan pada sisi penentuan lokasi ODP dimana lokasi penempatan tidak lagi ditentukan secara manual oleh perancang, tetapi ODP langsung ditempatkan di lokasi yang menjadi titik pusat suatu kelompok dengan anggota rumah-rumah calon pelanggan yang memiliki jarak terdekat dengan ODP tersebut. Tujuan dari makalah ini yaitu merancang dan menganalisis jaringan akses FTTH Taman Angrek Graha Padma serta mengelompokkan rumah calon pelanggan berdasarkan jarak terdekat terhadap suatu ODP menggunakan algoritma *K-Means Clustering*.

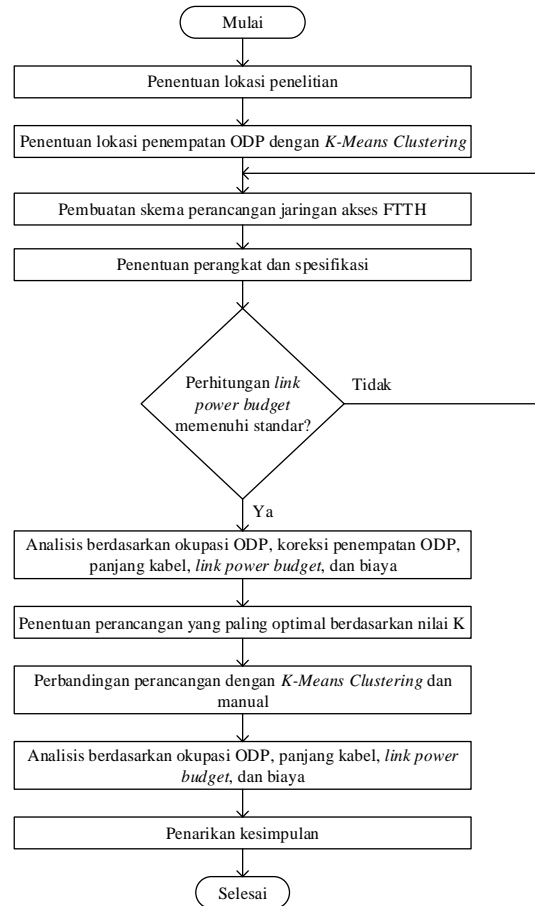
2. Metode

Perencanaan jaringan akses FTTH Taman Angrek Graha Padma menggunakan algoritma *K-Means Clustering* yang dikerjakan mengikuti diagram alir pada Gambar 1. Perancangan jaringan akses akan dilakukan dengan mengaplikasikan algoritma *K-Means Clustering*. Langkah-langkah penggunaan algoritma *K-Means Clustering* ditunjukkan pada Gambar 2. Perancangan tersebut masing-masing terdiri dari dua tahap yaitu menentukan lokasi penempatan ODP dan pembuatan skema jaringan akses FTTH menggunakan *software* Google Earth 7.

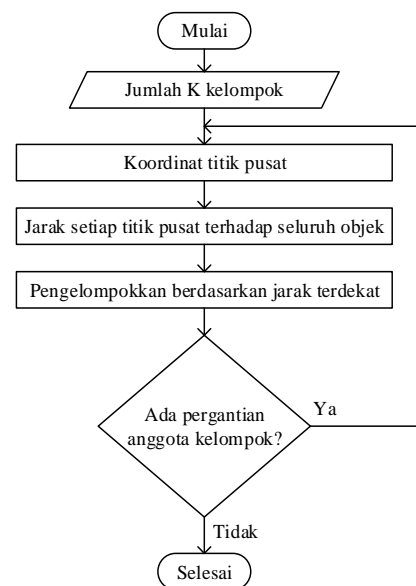
2.1. Perancangan Jaringan Akses FTTH Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering*

Perumahan Taman Angrek Graha Padma terdiri atas 339 rumah yang dalam proses pengerjaannya dibagi menjadi 2 tahap. Tahap I terdiri atas 170 rumah dan tahap II terdiri atas 169 rumah. Langkah awal yang harus dilakukan untuk menentukan lokasi penempatan ODP, adalah mengetahui letak rumah. Site plan yang menunjukkan rancangan

pembangunan dari perumahan ini ditunjukkan oleh Gambar 3. Pemetaan seluruh rumah berdasarkan *site plan* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 1. Diagram alir perancangan.



Gambar 2. Diagram alir algoritma *K-Means Clustering*.



Gambar 3. Siteplan perumahan.



Gambar 4. Pemetaan rumah.

Jumlah calon pelanggan diasumsikan sama dengan jumlah seluruh rumah yang ada asebanyak 339 calon pelanggan. Terdapat dua jenis ODP yang digunakan oleh PT Telekomunikasi Indonesia Tbk. yaitu kapasitas 8 pelanggan menggunakan satu *passive optical splitter* 1:8 dan kapasitas 16 pelanggan menggunakan dua *passive optical splitter* 1:8. Tetapi pada perencanaan ini akan digunakan *passive optical splitter* 1:8.

Penentuan Nilai K

Penentuan banyaknya ODP yang digunakan akan berdasarkan Nilai K. Nilai K merupakan bilangan bulat positif. Nilai ini nantinya mencerminkan jumlah dari ODP. Perhitungan K dilakukan dengan cara membagi jumlah ONT dengan 8 (kapasitas 1 splitter). Sebagai contoh jumlah dilakukan perhitungan pada Taman Naggrek Tahap I, sehingga 170 dibagi 8 adalah 22.

Menentukan Titik Centroid Awal

Koordinat ODP sebagai objek-objek yang akan dikelompokkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Koordinat ODP pada iterasi 0.

Titik Pusat	Latitude	LONGITUDE	Objek
ODP 1	-6,973146	110,363713	A1-5
ODP 2	-6,972935	110,363046	A1-16
ODP 3	-6,972718	110,362396	A1-26
ODP 4	-6,972848	110,3638	A1-53
ODP 5	-6,972672	110,363185	A1-35
ODP 6	-6,97259	110,363812	B1-5
ODP 7	-6,972376	110,36309	B1-15
ODP 8	-6,972152	110,362728	D1-7
ODP 9	-6,972044	110,362541	E1-7
ODP 10	-6,972207	110,36339	B1-22
ODP 11	-6,971889	110,362384	F1-3
ODP 12	-6,971698	110,362932	D1-16
ODP 13	-6,971648	110,363561	F1-19
ODP 14	-6,971434	110,363702	G1-5
ODP 15	-6,971231	110,363074	G1-16
ODP 16	-6,97102	110,363166	G1-22
ODP 17	-6,971208	110,363795	G1-32
ODP 18	-6,970832	110,363257	H1-17
ODP 19	-6,97102	110,3639	H1-5
ODP 20	-6,970582	110,363172	H1-26
ODP 21	-6,970709	110,363597	H1-36
ODP 22	-6,970828	110,364019	H1-56

Menghitung Jarak ONT-Titik Centroid

Perhitungan jarak *Euclidean* dilakukan antara koordinat ODP dengan koordinat seluruh rumah. Perhitungan jarak dilakukan sesuai Persamaan 1.

$$D = \sqrt{(ODP_{1\text{intang}} - Rumah\ A1_{\text{intang}})^2 + (ODP_{1\text{bujur}} - Rumah\ A1_{\text{bujur}})^2} \quad (1)$$

Pengelompokkan ONT

Tabel 2. Hasil pengelompokkan pada iterasi 0.

Titik Pusat	Blok dan nomor rumah
ODP 1	A1-1, A1-2, A1-3, A1-5, A1-6, A1-7, A1-8, A1-9
ODP 2	A1-11, A1-12, A1-15, A1-16, A1-17, A1-18, A1-19
ODP 3	A1-21, A1-22, A1-23, A1-25, A1-26, A1-27, A1-28, D1-1
ODP 4	A1-39, A1-51, A1-52, A1-53, A1-55, A1-56, A1-57, A1-58
ODP 5	A1-32, A1-33, A1-35, A1-36, A1-37, A1-38
ODP 6	B1-1, B1-2, B1-3, B1-5, B1-6, B1-7, B1-8, C1-1, C1-2
ODP 7	A1-29, A1-31, B1-11, B1-12, B1-15, B1-16, B1-17, B1-18
ODP 8	D1-2, D1-3, D1-5, D1-6, D1-7, D1-8, D1-9
ODP 9	E1-1, E1-2, E1-3, E1-5, E1-6, E1-7, E1-8, E1-9, E1-11
ODP 10	B1-9, B1-19, B1-21, B1-22, B1-23, B1-25
ODP 11	C1-3, C1-4, F1-1, F1-2, F1-3, F1-5, F1-6
ODP 12	D1-11, D1-12, D1-15, D1-16, E1-12, E1-15, E1-16, F1-7, F1-8, F1-9, F1-11, F1-12, F1-15
ODP 13	F1-16, F1-17, F1-18, F1-19, F1-21, F1-22, F1-23
ODP 14	G1-1, G1-2, G1-3, G1-5, G1-6, G1-7, G1-8
ODP 15	G1-9, G1-11, G1-12, G1-15, G1-16, G1-17, G1-18
ODP 16	G1-19, G1-21, G1-22, G1-23, G1-25, G1-26, G1-27
ODP 17	G1-28, G1-29, G1-31, G1-32, G1-33, G1-35, G1-36
ODP 18	H1-12, H1-15, H1-16, H1-17, H1-18, H1-19
ODP 19	H1-12, H1-15, H1-16, H1-17, H1-18, H1-19
ODP 20	H1-21, H1-22, H1-23, H1-25, H1-26, H1-27, H1-28, H1-29
ODP 21	H1-9, H1-11, H1-31, H1-32, H1-33, H1-35, H1-36, H1-37, H1-38, H1-39, H1-51
ODP 22	H1-52, H1-53, H1-55, H1-56, H1-57, H1-58, H1-59

Pengelompokkan rumah dilakukan berdasarkan hasil perhitungan jarak pada iterasi 0. Setiap kelompok terdiri dari beberapa anggota rumah yang memiliki jarak terdekat dengan ODP pada kelompok tersebut. Hasil pengelompokkan iterasi 0 dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengelompokkan dilanjutkan menjadi iterasi 1. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa letak penempatan ODP apakah sudah optimal atau belum. Tujuan lain dari iterasi 1 yaitu untuk memastikan bahwa keanggotaan rumah pada setiap ODP berubah atau sudah tetap. Iterasi 1 diawali dengan menentukan koordinat 22 ODP yang baru berdasarkan lokasi rumah yang menjadi anggota saat iterasi sebelumnya pada setiap kelompok. Koordinat 22 ODP pada iterasi 1 ditunjukkan pada Tabel 3. Contoh perhitungan koordinat ODP 1 pada iterasi 1.

Contoh perhitungan sebagai berikut:

Koordinat garis lintang ODP 1:

$$= \left(\frac{(A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,5}+A_{1,6}+A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9})_{\text{lintang}}}{9} \right)$$

$$= -6,97312825^\circ$$
 Koordinat garis bujur ODP 1:

$$= \left(\frac{(A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,5}+A_{1,6}+A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9})_{\text{bujur}}}{9} \right)$$

$$= 110,36367625^\circ$$

Tabel 3. Koordinat ODP pada iterasi 1.

CENTROID	LATITUDE	LONGITUDE
C1	-6,973128	110,363676
C2	-6,972934	110,363047
C3	-6,972715	110,362487
C4	-6,972864	110,363841
C5	-6,972683	110,363226
C6	-6,972521	110,363817
C7	-6,972394	110,363031
C8	-6,972228	110,362697
C9	-6,972100	110,362512
C10	-6,972252	110,363394
C11	-6,971937	110,363596
C12	-6,971663	110,362904
C13	-6,971651	110,363567
C14	-6,971432	110,363702
C15	-6,971258	110,363156
C16	-6,971039	110,363245
C17	-6,971213	110,363795
C18	-6,970836	110,363290
C19	-6,971018	110,363896
C20	-6,970607	110,363162
C21	-6,970746	110,363595
C22	-6,970829	110,364016

Hasil pengelompokkan pada iterasi 0 dibandingkan dengan pengelompokkan pada iterasi 1, ditunjukkan pada Tabel 4. Dapat dilihat pada tahap iterasi kedua masih terjadi pergeseran anggota dari setiap ODP, yang menandakan bahwa perlu dilakukannya proses iterasi berikutnya.

Tabel 4. Perbandingan anggota ODP iterasi 0 dan 1.

Titik Pusat	Keanggotaan Iterasi 0	Keanggotaan Iterasi 1
ODP 1	A1-1, A1-2, A1-3, A1-5, A1-6, A1-7, A1-8, A1-9	A1-1, A1-2, A1-3, A1-5, A1-6, A1-7, A1-8, A1-9
ODP 2	A1-11, A1-12, A1-15, A1-16, A1-17, A1-18, A1-19	A1-11, A1-12, A1-15, A1-16, A1-17, A1-18, A1-19
ODP 3	A1-21, A1-22, A1-23, A1-25, A1-26, A1-27, A1-28, D1-1	A1-21, A1-22, A1-23, A1-25, A1-26, A1-27, A1-28, D1-1
ODP 4	A1-39, A1-51, A1-52, A1-53, A1-55, A1-56, A1-57, A1-58	A1-51, A1-52, A1-53, A1-55, A1-56, A1-57, A1-58, B1-1
ODP 5	A1-32, A1-33, A1-35, A1-36, A1-37, A1-38	A1-33, A1-35, A1-36, A1-37, A1-38, A1-39
ODP 6	B1-1, B1-2, B1-3, B1-5, B1-6, B1-7, B1-8, C1-1, C1-2	B1-2, B1-3, B1-5, B1-6, B1-7, C1-1, C1-2
ODP 7	A1-29, A1-31, B1-11, B1-12, B1-15, B1-16, B1-17, B1-18	A1-29, A1-31, A1-32, B1-12, B1-15, B1-16, B1-17, B1-18
ODP 8	D1-2, D1-3, D1-5, D1-6, D1-7, D1-8, D1-9	D1-2, D1-3, D1-5, D1-6, D1-7, D1-8, D1-9
ODP 9	E1-1, E1-2, E1-3, E1-5, E1-6, E1-7, E1-8, E1-9, E1-11	E1-1, E1-2, E1-3, E1-5, E1-6, E1-7, E1-8, E1-9, E1-11
ODP 10	B1-9, B1-19, B1-21, B1-22, B1-23, B1-25	B1-8, B1-9, B1-11, B1-19, B1-21, B1-22, B1-23, B1-25
ODP 11	C1-3, C1-4, F1-1, F1-2, F1-3, F1-5, F1-6	C1-3, C1-4, F1-1, F1-2, F1-3, F1-5
ODP 12	D1-11, D1-12, D1-15, D1-16, E1-12, E1-15, E1-16, F1-7, F1-8, F1-9, F1-11, F1-12, F1-15	D1-11, D1-12, D1-15, D1-16, E1-12, E1-15, E1-16, F1-7, F1-8, F1-9, F1-11, F1-12
ODP 13	F1-16, F1-17, F1-18, F1-19, F1-21, F1-22, F1-23	F1-6, F1-16, F1-17, F1-18, F1-19, F1-21, F1-22, F1-23
ODP 14	G1-1, G1-2, G1-3, G1-5, G1-6, G1-7, G1-8	G1-1, G1-2, G1-3, G1-5, G1-6, G1-7, G1-8
ODP 15	G1-9, G1-11, G1-12, G1-15, G1-16, G1-17, G1-18	F1-15, G1-9, G1-11, G1-12, G1-15, G1-16, G1-17, G1-18
ODP 16	G1-19, G1-21, G1-22, G1-23, G1-25, G1-26, G1-27	G1-19, G1-21, G1-22, G1-23, G1-25, G1-26, G1-27
ODP 17	G1-28, G1-29, G1-31, G1-32, G1-33, G1-35, G1-36	G1-28, G1-29, G1-31, G1-32, G1-33, G1-35, G1-36
ODP 18	H1-12, H1-15, H1-16, H1-17, H1-18, H1-19	H1-12, H1-15, H1-16, H1-17, H1-18, H1-19
ODP 19	H1-12, H1-15, H1-16, H1-17, H1-18, H1-19	H1-1, H1-2, H1-3, H1-5, H1-6, H1-7
ODP 20	H1-21, H1-22, H1-23, H1-25, H1-26, H1-27, H1-28, H1-29	H1-19, H1-21, H1-22, H1-23, H1-25, H1-26, H1-27, H1-28, H1-29
ODP 21	H1-9, H1-11, H1-31, H1-32, H1-33, H1-35, H1-36, H1-37, H1-38, H1-39, H1-51	H1-8, H1-9, H1-11, H1-32, H1-33, H1-35, H1-36, H1-37, H1-38, H1-39, H1-51
ODP 22	H1-52, H1-53, H1-55, H1-56, H1-57, H1-58, H1-59	H1-52, H1-53, H1-55, H1-56, H1-57, H1-58, H1-59

Apabila terjadi pergeseran kelompok ONT, maka perhitungan berlanjut ke iterasi 2, dan seterusnya dengan langkah yang sama seperti tahap iterasi 0 dan 1. Proses iterasi dinyatakan berhenti di tahap iterasi ke-tujuh. Hal ini ditunjukkan dengan tidak berubahnya keanggotaan ONT pada setiap ODP atau sama dengan tahapan iterasi sebelumnya. Tidak adanya perubahan anggota menghasilkan titik centroid akhir yang menjadi titik koordinat ODP seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Koordinat ODP saat iterasi 7.

CENTROID	LATITUDE	LONGITUDE
1	-6,97312825	110,3636763
2	-6,972934286	110,3630469
3	-6,97271475	110,3624868
4	-6,972830556	110,3639282
5	-6,972709833	110,363315
6	-6,972475333	110,3637813
7	-6,97241475	110,3629931
8	-6,972267	110,3626798
9	-6,972168571	110,3624803
10	-6,972307	110,3633968
11	-6,971875857	110,3637677
12	-6,9718094	110,3627615
13	-6,971723	110,3633648
14	-6,971432143	110,3637019
15	-6,97135425	110,363094
16	-6,971039429	110,3632447
17	-6,971213	110,363795
18	-6,970761778	110,3633674
19	-6,971028167	110,3639327
20	-6,970625	110,3631334
21	-6,970798	110,3636538
22	-6,970828714	110,3640164

Tabel 6. Perbandingan ONT hasil pengelompokan dan penyesuaian.

ODP	ONT Hasil Pengelompokan	ODP Hasil Penyesuaian
1	A1-1, A1-2, A1-3, A1-5, A1-6, A1-7, A1-8, A1-9	A1-1, A1-2, A1-3, A1-5, A1-6, A1-7, A1-8, A1-9
2	A1-11, A1-12, A1-15, A1-16, A1-17, A1-18, A1-19	A1-11, A1-12, A1-15, A1-16, A1-17, A1-18, A1-19, A1-21
3	A1-21, A1-22, A1-23, A1-25, A1-26, A1-27, A1-28, D1-1	A1-22, A1-23, A1-25, A1-26, A1-27, A1-28, D1-1
4	A1-51, A1-52, A1-53, A1-55, A1-56, A1-57, A1-58, B1-1, B1-2	A1-39, A1-51, A1-52, A1-53, A1-55, A1-56, A1-57, A1-58
5	A1-33, A1-35, A1-36, A1-37, A1-38, A1-39	A1-33, A1-35, A1-36, A1-37, A1-38, A1-29, A1-31, A1-32
6	B1-3, B1-5, B1-6, B1-7, C1-1, C1-2	B1-1, B1-2, B1-3, B1-5, B1-6, B1-7, C1-1, C1-2
7	A1-29, A1-31, A1-32, B1-12, B1-15, B1-16, B1-17, B1-18	B1-8, B1-9, B1-11, B1-12, B1-15, B1-16, B1-17
8	D1-2, D1-3, D1-5, D1-6, D1-7, D1-8	D1-2, D1-3, D1-5, D1-6, D1-7, D1-8, D1-9, D1-11
9	E1-1, E1-2, E1-3, E1-5, E1-6, E1-7, E1-8	E1-1, E1-2, E1-3, E1-5, E1-6, E1-7, E1-8, E1-9
10	B1-8, B1-9, B1-11, B1-19, B1-21, B1-22, B1-23, B1-25	B1-18, B1-19, B1-21, B1-22, B1-23, B1-25
11	C1-3, C1-4, F1-1, F1-2, F1-21, F1-22, F1-23	C1-3, C1-4, F1-1, F1-2, F1-3, F1-21, F1-22, F1-23
12	D1-9, D1-11, D1-12, D1-15, D1-16, E1-9, E1-11, E1-12, E1-15, E1-16	D1-12, D1-15, D1-16, E1-11, E1-12, E1-15, E1-16
13	F1-3, F1-5, F1-6, F1-7, F1-16, F1-17, F1-18, F1-19	F1-5, F1-6, F1-7, F1-15, F1-16, F1-17, F1-18, F1-19
14	G1-1, G1-2, G1-3, G1-5, G1-6, G1-7, G1-8	G1-3, G1-5, G1-6, G1-7, G1-8, G1-9, G1-11, G1-12
15	F1-8, F1-9, F1-11, F1-12, F1-15, G1-9, G1-11, G1-12, G1-15, G1-16, G1-17, G1-18	F1-8, F1-9, F1-11, F1-12, G1-15, G1-16, G1-17, G1-18
16	G1-19, G1-21, G1-22, G1-23, G1-25, G1-26, G1-27	G1-19, G1-21, G1-22, G1-23, G1-25, G1-26, G1-27, G1-28
18	H1-12, H1-15, H1-16, H1-17, H1-18, H1-29, H1-31, H1-32, H1-33	H1-15, H1-16, H1-17, H1-18, H1-29, H1-31, H1-32, H1-33
19	H1-1, H1-2, H1-3, H1-5, H1-6, H1-7	H1-8, H1-9, H1-1, H1-2, H1-3, H1-5, H1-6, H1-7
20	H1-19, H1-21, H1-22, H1-23, H1-25, H1-26, H1-27, H1-28	H1-19, H1-21, H1-22, H1-23, H1-25, H1-26, H1-27, H1-28
21	H1-8, H1-9, H1-11, H1-35, H1-36, H1-37, H1-38, H1-39, H1-51	H1-11, 1-12, H1-35, H1-36, H1-37, H1-38, H1-39
22	H1-52, H1-53, H1-55, H1-56, H1-57, H1-58, H1-59	H1-51, H1-52, H1-53, H1-55, H1-56, H1-57, H1-58, H1-59

Hasil pengelompokan pada Taman Angrek Tahap I masih memerlukan beberapa penyesuaian akibat beberapa ODP memiliki anggota yang berlebih. Seperti, pada ODP 3. Sehingga, diperlukan beberapa penyesuaian seperti pemindahan kelompok ONT ke ODP lain agar keseluruhan ODP dapat digunakan secara maksimal. Perbandingan pengelompokan ONT ditunjukkan oleh Tabel 6.

Pemetaan ODP

Pada perencanaan tahap I dibutuhkan sebanyak 7 iterasi. Dalam proses pemetaan masih diperlukan beberapa penyesuaian. Penyesuaian ODP dilakukan pada ODP yang terletak dalam bangunan rumah atau tengah jalan, yang nantinya akan digeser ke bahu jalan sesuai tata cara peletakan ODP.[6] Pada Gambar 5 dapat dilihat hasil pemetaan ODP hasil penyesuaian.



Gambar 5. Hasil penyesuaian ODP pada Taman Angrek Tahap I.

Penentuan Jalur Distribusi

Jumlah core untuk masing-masing jalur distribusi menentukan jumlah jalur kabel distribusi. PT Telekomunikasi Indonesia menggunakan 2 jenis kabel distribusi yaitu kabel distribusi 12 core dan kabel distribusi 24 core.[7] Kapasitas ODC yang digunakan adalah tipe 288 core dengan 48 core feeder. Sedangkan jarak antara STO menuju ODC merupakan panjang kabel feeder yaitu 2,465 Km. Gambar 6 menunjukkan jalur kabel feeder.[8]. Kabel yang digunakan merupakan tipe G.652 [9] dan G.657 [10] karena memiliki karakteristik bending yang memenuhi parameter.



Gambar 6. Jalur kabel feeder.

Pada perancangan jaringan FTTH di perumahan Taman Angrek Graha Padma, digunakan sebanyak empat jalur kabel distribusi 12 core dengan panjang yang berbeda pada setiap jalurnya. Jalur distribusi pertama memiliki total panjang 884.78 m, jalur distribusi kedua sepanjang 872.9 m, jalur distribusi ketiga sepanjang 835.21 m, dan jalur distribusi keempat sepanjang 840.88 m. Pada masing-masing tahap pembangunan dari Perumahan Taman Angrek Graha Padma terdapat dua jalur distribusi, jalur distribusi satu dan dua pada tahap satu dan jalur distribusi tiga dan empat pada proyek Taman Angrek Tahap II.



Gambar 7. Jalur Distribusi pada Taman Angrek.

Hasil pemetaan perancangan jalur distribusi jaringan FTTH pada keseluruhan blok di perumahan Taman Angrek Graha Padma dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil perancangan keseluruhan.

2.2. Penentuan Spesifikasi Perangkat FTTH

Dalam proses perancangan ditentukan perangkat optik yang memiliki spesifikasi yang sesuai dengan standar rekomendasi PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan standar ITU-T. Perangkat yang digunakan antara lain OLT, ONT, kabel serat optik, *passive optical splitter*, konektor, dan adaptor. [11]

Perangkat OLT yang digunakan dalam perancangan ini menyesuaikan standar ITU-T G.984.x dan ITU-T G.9807.1x yaitu, ZTE ZXA10 C300 yang dibuat oleh

ZTE. Tabel 7. menunjukkan spesifikasi dari perangkat ZTE ZXA10 C300. [12]

Tabel 7. Spesifikasi ZTE ZXA10 C300. [13]

Parameters	Specifications
Support	IPTV, VoIP, HSI, VPN, mobile backhaul
Standard	GPON XGSPON
Split ratio	Up to 1:128
Physical reach	20 km
GPON transceiver power	Min +3 dBm and max +7 dBm
XGSPON transceiver power	Min +2 dBm and max +5 dBm
Receiver sensitivity	≥ -28dBm
Power supply	-48V (±20%) or -60V(±20%)

ONT

Perangkat ONT yang digunakan menyesuaikan standar ITU-T G.984.x dan ITU-T G.9807.1x. Perangkat tersebut adalah ZTE ZXHN F660. Tabel 8 menunjukkan spesifikasi dari perangkat pabrikan ZTE.

Tabel 8. Spesifikasi ZTE ZXHN F660. [14]

Parameters	Specifications
Support	IPTV, internet, and HD video services
Standard	GPON XGSPON
GPON transceiver power	Min +2 dBm and max +5 dBm
XGSPON transceiver power	Min +4 dBm and max +9 dBm
Receiver sensitivity	≥ -28dBm
Power supply	12V DC 1,5 A

Kabel Serat Optik

Jenis kabel serat optik yang digunakan adalah kabel Single-Mode Fiber (SMF) sesuai standar ITU-T G.652.D dan ITU-T G.657.A1. Kabel ini dibuat oleh Teldor. Tabel 9 menunjukkan spesifikasi dari kabel buatan Teldor.

Tabel 9. Spesifikasi kabel SMF Teldor [15]

Parameters	Units	ITU-T G.652.D	ITU-T G.657.A1
Attenuation	dB/km	≤ 0,40 at 1310 nm	≤ 0,40 at 1310 nm
		≤ 0,30 at 1550 nm	≤ 0,30 at 1550 nm
Dispersion	ps/(nm.km)	≤ 3,5 at 1285-1330 nm	≤ 3,5 at 1285-1330 nm
		0 at 1460-1530 nm	0 at 1460-1530 nm
		≤ 18 at 1530-1565 nm	≤ 18 at 1530-1565 nm
		≤ 22 at 1565-1625 nm	≤ 22 at 1565-1625 nm
Zero dispersion slope	Ps/(nm ² .km)	≤ 0,092	≤ 0,092
PMD coeff.	Ps/sqrt(km)	≤ 0,2	≤ 0,2

Passive Optical Splitter

Jenis passive optical splitter yang digunakan dalam perancangan ini adalah splitter two-stage 1:4 dan 1:8 sesuai

dengan rekomendasi PT Telekomunikasi Indonesia Tbk. Splitter ini dibuat oleh 3M. Tabel 10 menunjukkan spesifikasi dari passive optical splitter yang dibuat oleh 3M.

Tabel 10. Spesifikasi passive optical splitter. [16]

Parameters	Specifications
Insertion loss (max)	7,25 dB for splitter 1:4 10,5 dB for splitter 1:8

Konektor dan Adaptor

Jenis konektor dan adaptor yang digunakan dalam perancangan ini adalah SC/UPC. Konektor ini dibuat oleh Huber Suhner, sedangkan adaptor dibuat oleh Kimtech Communication. Tabel 11 menunjukkan spesifikasi dari konektor yang dibuat oleh Huber Suhner. Tabel 12 menunjukkan spesifikasi dari adaptor yang dibuat oleh Kimtech Communication.

Tabel 11. Spesifikasi konektor. [17]

Parameters	Specifications
Insertion loss (max)	0,25 dB
Return loss (min)	50 dB

Tabel 12. Spesifikasi adaptor. [18]

Parameters	Specifications
Insertion loss (max)	0,3 dB
Return loss (min)	50 dB

3. Analisis Hasil Perancangan

3.1. Penentuan lokasi penempatan ODP

Tabel 13. Rata-rata jarak penyesuaian ODP.

Jalur Distribusi	Rata-Rata Jarak Penyesuaian
Satu	9,353
Dua	11,523
Tiga	5,551
Empat	9,619

Berdasarkan tabel yang ditunjukkan pada Tabel X dapat dilihat bahwa jarak penyesuaian penempatan ODP untuk jalur distribusi satu dan empat memiliki jarak dengan selisih yang tidak berbeda jauh. Selisih terbesar terjadi pada jalur distribusi tiga, sebanyak 11,523 meter. Hal ini disebabkan pada perancangan pergeseran ODP (titik centroid) dilakukan lebih jauh dibandingkan pada jalur distribusi lainnya.

3.2. Penentuan penyesuaian pengelompokan ONT

Tabel 14. Jumlah penyesuaian ONT.

Jalur Distribusi	Jumlah ONT yang dilakukan pemindahan
Satu	16
Dua	10
Tiga	6
Empat	14

Pada data yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara jalur distribusi satu, dua dan empat. Hanya saja pada jalur distribusi tiga, lebih sedikit membutuhkan penyesuaian sebanyak 6 ONT.

3.3. Pengukuran Panjang Kabel Serat Optik

Tabel 15. Rata-rata total panjang dan redaman kabel serat optik.

Rute Kabel	Total panjang kabel serat optik (m)	Redaman kabel serat optik (dB)
Satu	3327,084	1,164
Dua	3535,811	1,237
Tiga	3566,697	1,248
Empat	3348,798	1,172

Dari Tabel 15 dapat dilihat jika rata-rata total panjang kabel serat optik pada instalasi kabel aerial dan pedestal masih memenuhi ketentuan dari PT Telekomunikasi Indonesia yaitu kurang dari 17 km. Pada perencanaan di keempat jalur distribusi dibutuhkan instalasi kabel dengan panjang yang kurang lebih sama karena area yang dicakup memiliki luas yang hampir sama.

3.4. Perhitungan Link Power Budget

Tabel 16. Link power budget.

Jalur Distribusi	Total redaman (dB)
1	21,794
2	21,867
3	21,878
4	21,802

Berdasarkan Tabel 16. didapatkan informasi bahwa nilai rata-rata link power budget pada instalasi berikisar di nilai 21,8 dB. Nilai dari keempat power link budget tersebut berada dibawah nilai maksimum sebesar 28 dB sedangkan keempat power margin menghasilkan nilai yang masih berada di atas nol dB (tidak negatif) sehingga mengindikasikan bahwa link memenuhi kelayakan power link budget.

3.5. Perhitungan Biaya Implementasi

Tabel 17. Perbandingan hasil perhitungan total biaya implementasi pada aerial dan pedestal.

Instalasi Kabel	Hasil perhitungan total biaya implementasi
Aerial	Rp 265.608.773,00
Pedestal	Rp 488.077.741,00

Dari Tabel 17. dapat dilihat jika secara biaya implementasi akan lebih murah jika menggunakan perancangan aerial dibandingkan dengan pedestal. Selisih perbedaan biaya implementasi perancangan keduanya adalah senilai Rp 222.468.968,00 rupiah. Hal ini disebabkan pada perancangan aerial lebih sedikit membutuhkan perangkat

dan pekerjaan sipil. Namun untuk penentuan jenis instalasi kabel dari suatu perancangan tetap tergantung pada permintaan *developer*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini adalah telah dilakukan perancangan ulang jaringan *Fiber To The Home* di Perumahan Taman Anggrek Graha Padma Semarang menggunakan algoritma clustering K-Means dengan mode pagelaran *aerial* dan *pedestal*. Nilai *link power budget* untuk perancangan FTTH instalasi kabel aerial pada setiap jalur distribusi telah memenuhi standar dari PT Telekomunikasi Indonesia Tbk yaitu ≤ 25 dB. Hasil perancangan jaringan FTTH dengan clustering K-Means pada mode pagelaran *aerial* di perumahan Taman Anggrek Graha Padma Semarang membutuhkan biaya investasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan perancangan dengan metode *pedestal*.

Referensi

- [1]. M. Pagani, Encyclopedia of Multimedia Technology and Networking, Idea Group Reference, 2005.
- [2]. PT. Telkom Akses, "Overview FTTx (Fiber To The x)," 2016.
- [3]. G. Keiser, Optical Communication Essentials, New York, USA: McGraw-Hill, 2003.
- [4]. R&D Telkom Akses, "Basic FTTH Network Pelatihan IKR/IKG FTTH," Februari, 2016.
- [5]. K. Teknomo, "K-Means Clustering Tutorial," 2207. [Online]. Available: <https://people.revoledu.com/kardi/tutorial/kMean/index.html>. [Diakses 12 Maret 2020].
- [6]. PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. Divisi Akses, "Panduan Desain FTTH," Jakarta, 2012.
- [7]. PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk., "Instalasi Jaringan Fiber to the hme (FTTH)," 2015.
- [8]. PT. Telkom Akses , "Modul-1 Konfigurasi Fiber To The Home," Indonesia, 2015.
- [9]. Characteristics of a single-mode optical fibre and cable, ITU-T Standard G.652, 2016.
- [10]. Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable, 2016: ITU-T Standard G.657.
- [11]. T. Bowen, "Fiber Optic Connectors," 2012. [Online]. Available: <https://ernasugesti.staff.telkomuniversity.ac.id/wp-content/uploads/sites/222/2012/11/fiberopticconnectors-basicsstylestrends.pdf>. [Diakses 10 Maret 2020].
- [12]. "Pedoman Instalasi Perangkat Distribusi Jaringan Fiber Optik Terpadu (i-ODN)," PT Telekomunikasi Indonesia Tbk., 2015.
- [13]. ZTE, China, ZXA10 C300 xPON OLT Products, Tersedia: <http://enterprise.zte.com.cn/>. Diakses: 15 April 2016.
- [14]. ZTE, China, ZXHN F660 PON ONT Products, Tersedia: <http://enterprise.zte.com.cn/>. Diakses: 10 Mei 2019.
- [15]. Teldor, Israel, SM Optical Fiber Products, Tersedia: <http://teldor.com/>. Diakses: 11 Mei 2019.
- [16]. 3M, United States, 3MTM Splitter Rack Mount Shelves Products, Tersedia: <http://solutions.3m.com/>. Diakses: 11 Mei 2019.
- [17]. Huber Suhner, Austria, SC/UPC Connector Products, Tersedia: <http://hubersuhner.com/>. Diakses: 11 Mei 2019.
- [18]. Kimtech Communication, Thailand, SC/UPC Adapter Products, Tersedia: <http://kimtech.co.th/>. Diakses: 11 Mei 2019.