

Analisis Perbandingan Jaringan 4G dan 5G menggunakan Clustering K-Means dalam Implementasi Teknologi AR Makassar Smart City

Alberto Garry F. Parubak¹, Rismawaty Arunglabi², Charnia Iradat Rapa³,
Sudianto Lande⁴, Chris Batara⁵

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl.Perintis Kemerdekaan Km.13, Daya, Tamalanrea, Makassar 90245

^{4,5}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Informatika dan Komputer, Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl.Perintis Kemerdekaan Km.13, Daya, Tamalanrea, Makassar 90245

albertogarry42@gmail.com, rismawaty.arunglabi@ukipaulus.ac.id, Charnia@ukipaulus.ac.id,
sudianto@ukipaulus.ac.id, christbatara@gmail.com

Email korespondensi: rismawaty.arunglabi@ukipaulus.ac.id

Abstrak

Kunci keberhasilan transformasi suatu kota menjadi Smart City terletak pada penerapan teknologi informasi dan komunikasi yang cerdas dan efisien. Hal ini yang mendorong kota Makassar terus berinovasi dalam mengembangkan berbagai teknologi untuk mematangkan konsep Makassar Smart City. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan adalah Augmented Reality (AR), yang menggabungkan dunia nyata dengan objek maya, namun membutuhkan jaringan yang tepat sesuai kebutuhan pengguna saat ini. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan jaringan 4G dan 5G dalam implementasi teknologi AR Makassar Smart City dengan berfokus pada aspek dimensi Smart Society. Hasil analisis menggunakan metode Clustering K-Means menyatakan pengguna AR di kota Makassar terbagi atas tiga kelompok, yakni kelompok 1 sebanyak 29% yang memiliki tingkat kepuasan netral terhadap jaringan 4G dan 5G, kelompok 2 sebanyak 54% yang memiliki tingkat kepuasan tinggi terhadap jaringan 5G dibanding 4G, dan kelompok 3 sebanyak 17% yang memiliki tingkat kepuasan tinggi terhadap jaringan 4G dibanding jaringan 5G.

Kata kunci: Teknologi 4G, Teknologi 5G, Augmented Reality, Clustering K-Means, Makassar Smart City.

Abstract

The key to the successful transformation of a city into a Smart City lies in the application of information and communication technology that is smart and efficient. This is what encourages Makassar city to continue to innovate in developing various technologies to finalize the Makassar Smart City concept. One of the technologies being developed is Augmented Reality (AR), which combines the real world with maya objects, but requires the right network according to the needs of current users. Therefore, this research compares 4G and 5G networks in the implementation of Makassar Smart City AR technology by focusing on aspects of the Smart Society dimension. The results of the analysis using the K-Means Clustering method state that AR users in Makassar city are divided into three groups, namely group 1 as many as 29% who have a neutral level of satisfaction with 4G and 5G networks, group 2 as many as 54% who have a high level of satisfaction with 5G networks compared to 4G, and group 3 as many as 17% who have a high level of satisfaction with 4G networks compared to 5G networks.

Keywords: 4G Technology, 5G Technology, Augmented Reality, K-Means Clustering, Makassar Smart City.

1. Pendahuluan

Pada era kemajuan digital yang semakin cepat saat ini, perkembangan teknologi komunikasi menjadi salah satu faktor utama dalam mendukung implementasi konsep smart city. Pesatnya pertumbuhan penduduk dan kompleksitas tantangan perkotaan menjadi penyebab utama berkembangnya konsep smart city. Konsep smart city sendiri sudah mulai banyak diterapkan oleh kota - kota besar di Indonesia. Makassar merupakan salah satu kota besar di wilayah Timur Indonesia telah

mengusung konsep smart city yang bernama Makassar Smart City, ditandai dengan tersedianya teknologi komunikasi seluler 5G yang masih jarang ditemukan di Indonesia menjadikan kota Makassar dapat selangkah lebih maju dalam melakukan inovasi teknologi yang diperlukan untuk merealisasikan Makassar Smart City.

Nurdiassa dkk., (2021) menjabarkan tentang konsep *Smart City* yang perlu diterapkan di kota Makassar, antara lain mencakup enam dimensi, yaitu *Smart Governance*, *Smart Branding*, *Smart*

Economy, Smart Living, Smart Society, dan Smart Environment. Tantangan utama yang dihadapi dalam mengimplementasikan kebijakan *Smart City* adalah kurangnya kesadaran dan pemahaman di kalangan masyarakat, seringa partisipasi masyarakat sangat penting diperlukan dalam keberhasilan implementasi *Smart City*. Adanya implementasi teknologi *Smart City* di Makassar telah membuat kemajuan signifikan dalam meningkatkan ekonomi, mengurangi kemiskinan, dan menerima banyak penghargaan untuk program dan layanan inovatif.

Salah satu teknologi masa depan yang dibutuhkan dalam mewujudkan *smart city* adalah penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang meningkatkan interaksi antara manusia dengan lingkungan fisik melalui integrasi antara dunia nyata dan dunia maya. AR memiliki potensi besar untuk meningkatkan pengalaman pengguna di berbagai sektor, yakni pariwisata, pendidikan, dan pelayanan publik. Keberhasilan penerapan AR sangat bergantung pada kualitas jaringan yang mampu menyediakan konektivitas yang cepat, efisien, dan responsif. Teknologi jaringan 4G saat ini telah menjadi standar jaringan komunikasi dalam kehidupan sehari-hari, namun seiring waktu teknologi jaringan 5G mulai berkembang dan menawarkan potensi kecepatan dan performa yang jauh lebih tinggi dibandingkan jaringan 4G. Dalam konteks ini, penting untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing karakteristik kedua jaringan tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian khusus untuk membandingkan kemampuan dan kinerja teknologi jaringan 4G dan 5G dalam mendukung keberhasilan penerapan teknologi AR Makassar *Smart City*.

Penelitian membutuhkan analisis mendalam untuk memahami dampak perbedaan antara teknologi 4G dan 5G terhadap performa AR dengan memperhatikan preferensi pengalaman pengguna AR dalam mengakses konten AR. Salah satu pendekatan sederhana namun cukup populer yang dapat digunakan untuk melakukan analisis pada penelitian ini adalah Algoritma *Clustering K-Means*, dimana algoritma ini bekerja dengan cara mengelompokkan data yang ada ke dalam beberapa kelompok, dimana data dalam satu kelompok mempunyai karakteristik yang sama satu dengan lainnya, namun mempunyai karakteristik yang berbeda dengan data pada kelompok yang lain, sehingga data yang mempunyai karakteristik sama akan

dikelompokkan menjadi satu *cluster* yang sama, sedangkan data yang mempunyai karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam *cluster* yang lain. Algoritma *Clustering K-Means* dapat mengidentifikasi pola-pola dalam data performa jaringan dan preferensi pengguna AR.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Jaringan 4G dan 5G menggunakan *Clustering K-Means* dalam Implementasi Teknologi AR Makassar *Smart City*”. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman jelas tentang kualitas jaringan 4G dibanding 5G dalam mendukung penerapan teknologi AR di kota Makassar, sehingga dapat menjadi acuan referensi atau rekomendasi yang berguna bagi para pemangku kebijakan atau pihak pemerintah untuk meningkatkan efisiensi dan keberhasilan implementasi AR Makassar *Smart City*.

2. Metode

Dalam penelitian ini, jenis metode penelitian yang diterapkan oleh penulis adalah metode kuantitatif untuk mengumpulkan informasi yang dapat diukur dan dianalisis secara numerik (angka). Sumber data yang dikumpulkan oleh penulis untuk mendukung penelitian ini adalah data primer yang secara langsung diambil dari lokasi penelitian yang hanya berfokus di sekitar wilayah kota Makassar, lebih tepatnya di Grapari Telkomsel Pettarani dengan *latitude* -5.1702794, *longitude* 119.4339526 dan Telkom Plaza Pettarani dengan *latitude* -5.1724761, *longitude* 119.4328414 yang telah menyediakan teknologi 4G dan 5G di kota Makassar.

Data kuantitatif yang dikumpulkan meliputi data statistik, berupa kecepatan transfer data download dan upload, latensi dan jitter jaringan, serta survei dengan menggunakan kuesioner untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna potensial AR, yaitu generasi Millennial dan Gen-Z terhadap implementasi teknologi AR menggunakan jaringan 4G dan 5G di kota Makassar. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan metode statistik *Clustering K-Means* untuk membandingkan kinerja kedua jaringan tersebut terhadap penerapan teknologi AR agar mendapatkan hasil yang objektif.

3. Hasil dan Pembahasan

Mengukur karakteristik jaringan 4G dan 5G dalam pengambilan data menggunakan *software* Speed Test Light versi 2.3 Data jaringan 4G dan 5G dimanfaatkan untuk mengukur preferensi pengalaman pengguna terhadap aplikasi AR yang dibuat menggunakan *software* Assemblr Studio Web versi 4.2.4. Semua data yang telah diukur kemudian digabungkan menjadi suatu dataset untuk pengolahan data pada *software* Microsoft Excel lalu dilanjutkan dengan visualisasi dan analisis data dengan metode *Clustering K-Means* menggunakan *software* RapidMiner Studio versi 10.1.

Pengukuran jaringan dilakukan pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar dan Telkom Plaza Pettarani Makassar selama tiga hari berturut - turut pada tanggal 16 – 22 Oktober 2023 dengan menggunakan provider seluler Telkomsel. Proses pengukuran jaringan menggunakan dua perangkat telepon seluler berbeda, yakni Realme GT Master Edition untuk mengukur jaringan 5G, dan Realme 7 Pro untuk mengukur jaringan 4G, kemudian dilakukan dengan metode statik untuk mengukur performansi latensi dan jitter jaringan, dan performansi kecepatan jaringan yang terdiri dari kecepatan download dan upload jaringan yang diperoleh dari setiap titik sampel lokasi tes jaringan 4G dan 5G. Pengambilan data dilakukan dalam tiga interval waktu yang berbeda, yakni pada pagi hari (08.00 – 10.00 WITA), siang hari (12.00 – 14.00 WITA), dan sore hari (16.00 – 18.00 WITA).

Performansi kecepatan jaringan pada penelitian ini berfokus pada kecepatan jaringan 4G dan 5G dalam satuan megabit per detik (Mb/s) yang kemudian dianalisis untuk melihat perbedaan rata - rata kecepatan download dan upload antara kedua teknologi tersebut.

Data pengukuran jaringan pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar dari tanggal 16 hingga 22 oktober 2023 menghasilkan data rata – rata kecepatan download jaringan 4G dan 5G yang dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 berikut :

Tabel 1. Data Rata – rata Kecepatan Download 4G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Download (Mb/s)	
1	16/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	38.00	
2	16/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	36.90	
3	16/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	35.20	
4	17/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	49.87	
5	17/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	65.71	
6	17/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	77.51	
7	18/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	45.15	
8	18/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	44.33	
9	18/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	38.37	
10	19/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	48.56	
11	19/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	45.11	
12	19/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	38.87	
13	20/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	56.71	
14	20/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	39.39	
15	20/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	35.49	
16	21/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	30.70	
17	21/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	30.38	
18	21/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	36.54	
19	22/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	40.68	
20	22/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	48.08	
21	22/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	35.84	
					Rata - rata Pagi	43.69
22	16/10/2027	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	43.40	
23	16/10/2029	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	37.80	
24	16/10/2031	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23.30	
25	17/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	57.69	
26	17/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	56.18	
27	17/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	43.26	
28	18/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	15.40	
29	18/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	62.24	
30	18/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	59.56	
31	19/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	77.15	
32	19/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	52.13	
33	19/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	58.33	
34	20/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20.26	
35	20/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	36.14	
36	20/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	29.74	
37	21/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	33.62	
38	21/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	39.20	
39	21/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20.45	
40	22/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22.95	
41	22/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	36.54	
42	22/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	31.58	
					Rata - rata Siang	40.81
43	16/10/2033	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24.20	
44	16/10/2035	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23.60	
45	16/10/2037	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22.50	
46	17/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	62.20	
47	17/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	57.26	
48	17/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	64.66	
49	18/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	34.70	
50	18/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	9.87	
51	18/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	8.35	
52	19/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	34.01	
53	19/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	39.72	
54	19/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	36.70	
55	20/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20.28	
56	20/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	26.49	
57	20/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23.46	
58	21/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	34.43	
59	21/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	32.55	
60	21/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	25.29	
61	22/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	37.72	
62	22/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	31.76	
63	22/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	32.55	
					Rata - rata Sore	32.49

Dari tabel 1 diperoleh rata – rata kecepatan download pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar untuk jaringan 4G pada pagi hari sebesar 43.69 Mb/s, siang hari sebesar 40.81 Mb/s, dan sore hari sebesar 32.49 Mb/s.

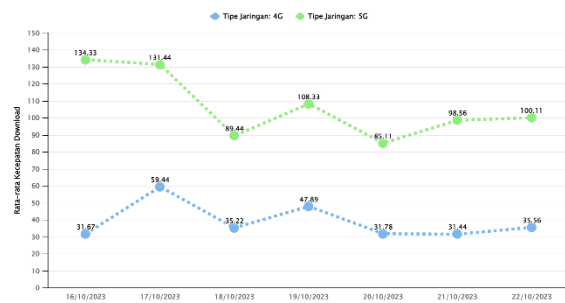
Tabel 2. Data Rata – rata Kecepatan Download 5G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Download (Mb/s)
1	16/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	150.01
2	16/10/2024	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	148.98
3	16/10/2026	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	150.32
4	17/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	147.43
5	17/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	135.01
6	17/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	146.23
7	18/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	91.88
8	18/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	83.82
9	18/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	81.21
10	19/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	132.85
11	19/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	131.30
12	19/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	126.90
13	20/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	81.35
14	20/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	92.57
15	20/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	97.91
16	21/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	113.12
17	21/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	112.16
18	21/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	103.38
19	22/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	107.93
20	22/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	107.48
21	22/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	105.21
Rata - rata Pagi					116.53

22	16/10/2028	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	126.26
23	16/10/2030	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	102.06
24	16/10/2032	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	113.73
25	17/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	78.32
26	17/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	128.38
27	17/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	136.14
28	18/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	107.70
29	18/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	90.09
30	18/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	67.99
31	19/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	40.17
32	19/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	87.99
33	19/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	85.93
34	20/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	87.57
35	20/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	71.95
36	20/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	73.56
37	21/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	73.41
38	21/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	88.46
39	21/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	98.83
40	22/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	81.90
41	22/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	94.62
42	22/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	94.54
Rata - rata Siang					91.89

43	16/10/2034	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	147.17
44	16/10/2036	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	144.66
45	16/10/2038	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	126.31
46	17/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	145.67
47	17/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	142.15
48	17/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	125.10
49	18/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	96.01
50	18/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	88.82
51	18/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	96.80
52	19/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	126.07
53	19/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	122.19
54	19/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	122.45
55	20/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	88.39
56	20/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	85.94
57	20/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	86.27
58	21/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	102.65
59	21/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	100.19
60	21/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	96.49
61	22/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	104.43
62	22/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	102.67
63	22/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	101.67
Rata - rata Sore					112.00

Dari tabel 2 diperoleh rata – rata kecepatan download pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar untuk jaringan 5G pada pagi hari sebesar 116.53 Mb/s, siang hari sebesar 91.89 Mb/s, dan sore hari sebesar 112 Mb/s. Grafik visualisasi data dari tabel 1 dan 2 dapat terlihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Grafik Visualisasi Rata Download

Jaringan 4G dan 5G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar

Berdasarkan hasil data dan grafik dapat diketahui bahwa kecepatan download jaringan 5G lebih unggul dibandingkan jaringan 4G pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

Data pengukuran jaringan pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar dari tanggal 16 hingga 22 oktober 2023 menghasilkan data rata – rata kecepatan download jaringan 4G dan 5G yang dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 berikut :

Tabel 3. Data Rata- rata Kecepatan Download 4G di Telkom Plaza Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Download (Mb/s)
1	16/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.50
2	16/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	29.00
3	16/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26.80
4	17/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.77
5	17/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27.05
6	17/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27.04
7	18/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	32.77
8	18/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	34.97
9	18/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	30.70
10	19/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.05
11	19/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.58
12	19/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26.44
13	20/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	37.25
14	20/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	29.23
15	20/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20.22
16	21/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	54.22
17	21/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	51.74
18	21/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28.98
19	22/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	58.14
20	22/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	53.50
21	22/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	31.38
Rata - rata Pagi					33.11

22	16/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.18
23	16/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26.85
24	16/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	30.78
25	17/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	13.81
26	17/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28.02
27	17/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27.72
28	18/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	11.88
29	18/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	18.93
30	18/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	21.70
31	19/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	10.57
32	19/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	14.63
33	19/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.51
34	20/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	10.29
35	20/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.46
36	20/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20.83
37	21/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	16.54
38	21/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28.76
39	21/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	31.44
40	22/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20.89
41	22/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	35.33
42	22/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	33.71
Rata - rata Siang					22.52

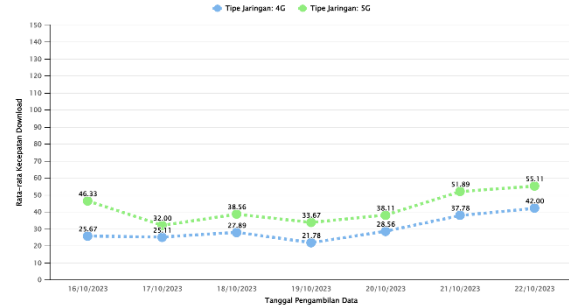
43	16/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	21.53
44	16/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.22
45	16/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.38
46	17/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27.04
47	17/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20.53
48	17/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	30.07
49	18/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	34.11
50	18/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	37.86
51	18/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27.06
52	19/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28.35
53	19/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.36
54	19/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20.70
55	20/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.37
56	20/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	41.02
57	20/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	52.90
58	21/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	36.42
59	21/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	41.02
60	21/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	50.95
61	22/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	42.22
62	22/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	45.73
63	22/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	56.64
Rata - rata Sore					33.74

Dari tabel 3 diperoleh rata – rata kecepatan download pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar untuk jaringan 4G pada pagi hari sebesar 33.11 Mb/s, siang hari sebesar 22.52 Mb/s, dan sore hari sebesar 33.74 Mb/s.

Tabel 4. Data Rata – rata Kecepatan Download 5G di Telkom Plaza Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Download (Mb/s)
1	16/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	63.49
2	16/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	51.54
3	16/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	50.98
4	17/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	40.90
5	17/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	34.25
6	17/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	28.63
7	18/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	54.05
8	18/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	55.17
9	18/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	37.00
10	19/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	64.99
11	19/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	39.58
12	19/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	42.79
13	20/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	51.47
14	20/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	45.45
15	20/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	37.54
16	21/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	60.67
17	21/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	64.35
18	21/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	36.49
19	22/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	63.62
20	22/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	59.34
21	22/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	46.76
Rata - rata Pagi					49.00
22	16/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	40.01
23	16/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	47.77
24	16/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	44.69
25	17/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	34.56
26	17/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	34.06
27	17/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	28.04
28	18/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	27.93
29	18/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	26.09
30	18/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	25.77
31	19/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	23.17
32	19/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	25.71
33	19/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	27.70
34	20/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19.97
35	20/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	28.20
36	20/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	29.23
37	21/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19.65
38	21/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	56.36
39	21/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	50.38
40	22/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	27.65
41	22/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	59.48
42	22/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	55.69
Rata - rata Siang					34.86
43	16/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	26.57
44	16/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	37.36
45	16/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	54.18
46	17/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	28.63
47	17/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	27.06
48	17/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	31.44
49	18/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	38.32
50	18/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	41.79
51	18/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	40.53
52	19/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	30.50
53	19/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	24.32
54	19/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	23.48
55	20/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	33.43
56	20/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	45.45
57	20/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	54.23
58	21/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	74.70
59	21/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	45.45
60	21/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	59.67
61	22/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	69.43
62	22/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	51.83
63	22/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	62.55
Rata - rata Sore					42.89

Dari tabel 4 diperoleh rata – rata kecepatan download pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar untuk jaringan 5G pada pagi hari sebesar 49 Mb/s, siang hari sebesar 34.86 Mb/s, dan sore hari sebesar 42.89 Mb/s. Grafik visualisasi data dari tabel 3 dan 4 dapat terlihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik Visualisasi Download Jaringan 4G dan 5G di Telkom Plaza Pettarani Makassar

Berdasarkan hasil data dan grafik dapat diketahui bahwa kecepatan download jaringan 5G lebih unggul dibandingkan jaringan 4G pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar.

Data pengukuran jaringan pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar dari tanggal 16 hingga 22 oktober 2023 menghasilkan data rata – rata kecepatan upload jaringan 4G dan 5G yang dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 berikut :

Tabel 5. Data Rata – rata Kecepatan Upload 4G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Upload (Mb/s)
1	16/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	60.10
2	16/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	60.50
3	16/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	59.70
4	17/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	36.75
5	17/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	49.75
6	17/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	44.43
7	18/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	36.72
8	18/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	38.80
9	18/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	45.87
10	19/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24.44
11	19/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24.04
12	19/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24.82
13	20/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	48.15
14	20/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	51.75
15	20/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	34.81
16	21/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	32.13
17	21/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	25.95
18	21/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	34.14
19	22/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	34.02
20	22/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	39.84
21	22/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	30.48
Rata - rata Pagi					39.87
22	16/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	40.80
23	16/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	41.90
24	16/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	61.30
25	17/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23.95
26	17/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	43.29
27	17/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	30.10
28	18/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	29.40
29	18/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	13.16
30	18/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24.46
31	19/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	34.91
32	19/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27.03
33	19/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	29.46
34	20/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	19.02
35	20/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	14.23
36	20/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22.16
37	21/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27.72
38	21/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	33.04
39	21/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	29.05
40	22/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	29.45
41	22/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	29.94
42	22/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27.38
Rata - rata Siang					30.08

43	16/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	53.30
44	16/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	55.90
45	16/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	14.80
46	17/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	37.27
47	17/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	47.75
48	17/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	42.46
49	18/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	44.14
50	18/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	19.76
51	18/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	2.65
52	19/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27.05
53	19/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	25.34
54	19/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	26.40
55	20/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	38.30
56	20/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	40.38
57	20/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	21.86
58	21/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	32.90
59	21/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27.73
60	21/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	29.91
61	22/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20.70
62	22/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24.98
63	22/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	25.05
Rata - rata Sore					31.36

Dari tabel 5 diperoleh rata – rata kecepatan upload pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar untuk jaringan 4G pada pagi hari sebesar 39.87 Mb/s, siang hari sebesar 30.08 Mb/s, dan sore hari sebesar 31.36 Mb/s.

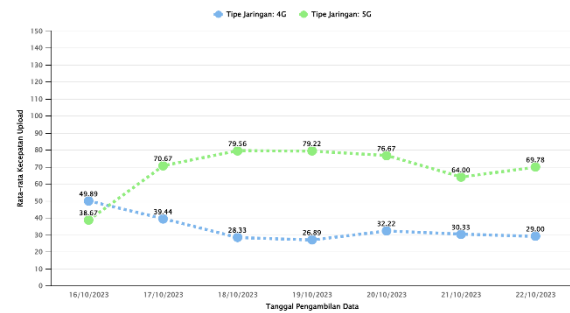
Tabel 6. Data Rata – rata Kecepatan Upload 5G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

22	16/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	27.15
23	16/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	25.93
24	16/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	59.80
25	17/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	80.88
26	17/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	78.24
27	17/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	41.94
28	18/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	74.24
29	18/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	83.48
30	18/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	81.50
31	19/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	77.31
32	19/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	82.41
33	19/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	77.64
34	20/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	76.13
35	20/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	77.68
36	20/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	81.18
37	21/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	50.97
38	21/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	52.61
39	21/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	61.35
40	22/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	64.90
41	22/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	62.32
42	22/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	70.92
Rata - rata Siang					66.12

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Upload (Mb/s)
1	16/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	26.96
2	16/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	26.95
3	16/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	26.94
4	17/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	60.80
5	17/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	65.45
6	17/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	77.61
7	18/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	78.76
8	18/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	81.44
9	18/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	78.72
10	19/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	76.31
11	19/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	75.62
12	19/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	79.57
13	20/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	75.46
14	20/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	81.02
15	20/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	78.84
16	21/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	61.49
17	21/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	78.41
18	21/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	65.67
19	22/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	76.25
20	22/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	71.74
21	22/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	79.89
Rata - rata Pagi					67.80

43	16/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	63.72
44	16/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	69.30
45	16/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	20.70
46	17/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	74.04
47	17/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	78.53
48	17/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	77.61
49	18/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	80.21
50	18/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	77.70
51	18/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	79.74
52	19/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	85.82
53	19/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	80.60
54	19/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	77.07
55	20/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	76.60
56	20/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	75.52
57	20/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	66.82
58	21/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	55.66
59	21/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	76.23
60	21/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	74.20
61	22/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	63.25
62	22/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	63.87
63	22/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	75.15
Rata - rata Sore					71.06

Dari tabel 6 diperoleh rata – rata kecepatan upload pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar untuk jaringan 5G pada pagi hari sebesar 67.80 Mb/s, siang hari sebesar 66.12 Mb/s, dan sore hari sebesar 71.06 Mb/s. Grafik visualisasi data dari tabel 5 dan 6 dapat terlihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. Grafik Visualisasi Upload Jaringan 4G dan 5G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar

Berdasarkan hasil data dan grafik dapat diketahui bahwa kecepatan upload jaringan 5G lebih unggul dibandingkan jaringan 4G pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

Data pengukuran jaringan pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar dari tanggal 16 hingga 22 oktober 2023 menghasilkan data rata – rata kecepatan upload jaringan 4G dan 5G yang dapat dilihat pada tabel 7 dan 8 berikut :

Tabel 7. Data Rata – rata Kecepatan Upload 4G di Telkom Plaza Pettarani Makassar.

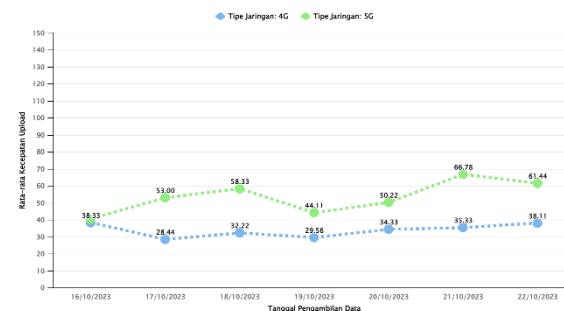
No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Upload (Mb/s)
1	16/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.90
2	16/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	51.03
3	16/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	37.06
4	17/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25.87
5	17/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	34.44
6	17/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.72
7	18/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	48.06
8	18/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.79
9	18/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.60
10	19/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.79
11	19/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	32.73
12	19/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	30.49
13	20/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	29.49
14	20/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	46.35
15	20/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	46.41
16	21/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	38.72
17	21/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	50.25
18	21/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.84
19	22/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	44.23
20	22/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	48.84
21	22/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.84
Rata - rata Pagi					34.93
22	16/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	34.32
23	16/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	47.13
24	16/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	45.76
25	17/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	10.50
26	17/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	40.28
27	17/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	33.03
28	18/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	46.99
29	18/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27.21
30	18/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	40.73
31	19/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25.26
32	19/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	22.71
33	19/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25.87
34	20/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27.72
35	20/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	21.86
36	20/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	46.35
37	21/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	29.94
38	21/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25.56
39	21/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	32.19
40	22/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	36.22
41	22/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25.56
42	22/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	32.19
Rata - rata Siang					32.26
43	16/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.39
44	16/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	39.42
45	16/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	42.53
46	17/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24.72
47	17/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	34.37
48	17/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28.32
49	18/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	21.48
50	18/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23.68
51	18/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	34.37
52	19/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	22.63
53	19/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	41.35
54	19/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	41.43
55	20/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	22.00
56	20/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	40.14
57	20/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	30.02
58	21/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	48.39
59	21/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	40.14
60	21/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28.49
61	22/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	47.15
62	22/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	48.49
63	22/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	36.14
Rata - rata Sore					34.27

Dari tabel 7 diperoleh rata – rata kecepatan upload pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar untuk jaringan 4G pada pagi hari sebesar 34.93 Mb/s, siang hari sebesar 32.26 Mb/s, dan sore hari sebesar 34.27 Mb/s.

Tabel 8 Data Rata – rata Kecepatan Upload 5G di Telkom Plaza Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Upload (Mb/s)
1	16/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	44.12
2	16/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	48.07
3	16/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	45.67
4	17/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	61.42
5	17/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	61.00
6	17/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	50.62
7	18/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	62.87
8	18/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	71.73
9	18/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	41.74
10	19/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	65.94
11	19/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	54.39
12	19/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	29.56
13	20/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	48.87
14	20/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	52.37
15	20/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	48.55
16	21/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	77.92
17	21/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	74.79
18	21/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	75.89
19	22/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	70.21
20	22/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	66.45
21	22/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	52.77
Rata - rata Pagi					57.38
22	16/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	46.71
23	16/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	26.73
24	16/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	38.73
25	17/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	58.36
26	17/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	42.05
27	17/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	44.90
28	18/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	38.33
29	18/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	61.44
30	18/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	52.42
31	19/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	49.56
32	19/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	53.52
33	19/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	43.22
34	20/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	53.06
35	20/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	35.58
36	20/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	63.26
37	21/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	34.97
38	21/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	77.42
39	21/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	73.07
40	22/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	42.36
41	22/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	64.82
42	22/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	64.26
Rata - rata Siang					50.70
43	16/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	33.44
44	16/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	33.87
45	16/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	46.81
46	17/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	50.62
47	17/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	65.87
48	17/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	41.74
49	18/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	63.71
50	18/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	67.49
51	18/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	65.87
52	19/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	35.10
53	19/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	41.70
54	19/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	23.04
55	20/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	48.44
56	20/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	52.37
57	20/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	50.29
58	21/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	61.88
59	21/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	52.37
60	21/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	74.07
61	22/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	58.87
62	22/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	64.94
63	22/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	68.81
Rata - rata Sore					52.42

Dari tabel 8 diperoleh rata – rata kecepatan upload pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar untuk jaringan 5G pada pagi hari sebesar 57.38 Mb/s, siang hari sebesar 50.70 Mb/s, dan sore hari sebesar 52.42 Mb/s. Grafik visualisasi data dari tabel 7 dan 8 dapat terlihat pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Grafik Visualisasi Upload Jaringan 4G dan 5G di Telkom Plaza Pettarani Makassar

Berdasarkan hasil data dan grafik dapat diketahui bahwa kecepatan upload jaringan 5G lebih unggul dibandingkan jaringan 4G pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar.

Performansi latensi dan jitter jaringan pada penelitian ini berfokus pada tingkat latensi dan skor jitter pada jaringan 4G dan 5G dalam satuan milidetik (ms) yang kemudian dianalisis untuk melihat seberapa rendah latensi dan jitter pada teknologi 5G dibandingkan dengan 4G. Latensi (ping) merupakan waktu yang diperlukan paket data untuk dikirim melalui jaringan, sedangkan jitter mengukur seberapa banyak latensi menyimpang selama waktu yang ditentukan. Berikut hasil pengukuran latensi (ping) dan jitter jaringan 4G dan 5G di kota Makassar :

Data pengukuran jaringan pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar dari tanggal 16 hingga 22 oktober 2023 menghasilkan data rata – rata latensi dan jitter jaringan 4G dan 5G yang dapat dilihat pada tabel 9 dan 10 berikut :

Tabel 9. Data Rata – rata Latensi dan Jitter 4G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Ping	Jitter	
1	16/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	3	
2	16/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27	4	
3	16/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22	4	
4	17/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	3	
5	17/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	18	4	
6	17/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	19	4	
7	18/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	16	9	
8	18/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	5	
9	18/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	16	5	
10	19/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	18	9	
11	19/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	9	
12	19/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	7	
13	20/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24	7	
14	20/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	21	6	
15	20/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	6	
16	21/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	15	6	
17	21/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	6	
18	21/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	17	9	
19	22/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	25	5	
20	22/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	17	2	
21	22/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	7	
					Rata - rata Pagi	20	6
22	16/10/2027	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	28	7	
23	16/10/2029	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	30	5	
24	16/10/2031	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	26	8	
25	17/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24	9	
26	17/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27	6	
27	17/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	26	4	
28	18/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	25	12	
29	18/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	8	
30	18/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	19	4	
31	19/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22	14	
32	19/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	8	
33	19/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22	7	
34	20/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22	13	
35	20/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	28	18	
36	20/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22	13	
37	21/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	12	
38	21/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	26	9	
39	21/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	28	12	
40	22/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	8	
41	22/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	22	8	
42	22/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	9	
					Rata - rata Siang	24	9

43	16/10/2033	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	28	6	
44	16/10/2035	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	7	
45	16/10/2037	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	24	6	
46	17/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	26	6	
47	17/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	26	4	
48	17/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	14	8	
49	18/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	19	5	
50	18/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	21	8	
51	18/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	27	9	
52	19/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	17	9	
53	19/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	18	4	
54	19/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	8	
55	20/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	23	7	
56	20/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	6	
57	20/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	19	9	
58	21/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	19	7	
59	21/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	6	
60	21/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	20	7	
61	22/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	18	8	
62	22/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	18	8	
63	22/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	4G	16	8	
					Rata - rata Sore	21	7

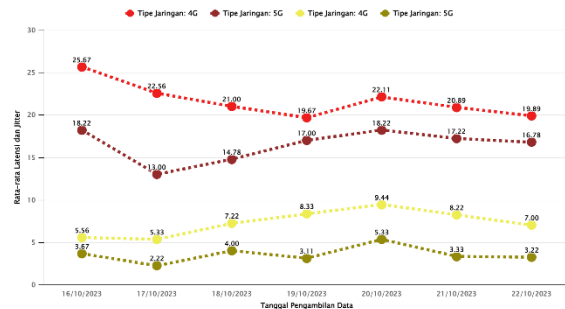
Dari tabel 9 diperoleh rata – rata tingkat latensi dan skor jitter pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar untuk jaringan 4G pada pagi hari sebesar 20 ms dan 6 ms, siang hari sebesar 24 ms dan 9 ms, serta sore hari sebesar 21 ms dan 7 ms.

Tabel 10. Data Rata – rata Latensi dan Jitter 5G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Ping	Jitter	
1	16/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	16	2	
2	16/10/2024	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	17	2	
3	16/10/2026	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	16	3	
4	17/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	13	1	
5	17/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	14	1	
6	17/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	12	2	
7	18/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	14	4	
8	18/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	18	2	
9	18/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	13	3	
10	19/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	16	4	
11	19/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	17	2	
12	19/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	16	2	
13	20/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	16	5	
14	20/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	2	
15	20/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	5	
16	21/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	10	3	
17	21/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	15	2	
18	21/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	14	3	
19	22/10/2023	8:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	20	1	
20	22/10/2023	8:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	14	1	
21	22/10/2023	8:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	14	3	
					Rata - rata Pagi	15	3
22	16/10/2028	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	21	6	
23	16/10/2030	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	25	4	
24	16/10/2032	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	22	7	
25	17/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	18	4	
26	17/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	13	2	
27	17/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	10	2	
28	18/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	14	9	
29	18/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	17	5	
30	18/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	18	3	
31	19/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	9	
32	19/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	5	
33	19/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	2	
34	20/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	10	
35	20/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	7	
36	20/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	21	5	
37	21/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	4	
38	21/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	24	2	
39	21/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	18	5	
40	22/10/2023	12:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	20	6	
41	22/10/2023	12:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	18	4	
42	22/10/2023	12:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	6	
					Rata - rata Siang	19	5

43	16/10/2034	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	13	2
44	16/10/2036	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	13	3
45	16/10/2038	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	21	4
46	17/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	13	2
47	17/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	12	2
48	17/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	12	4
49	18/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	15	3
50	18/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	11	2
51	18/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	13	5
52	19/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	15	1
53	19/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	15	1
54	19/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	17	2
55	20/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	4
56	20/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	15	4
57	20/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	17	6
58	21/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	17	4
59	21/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	2
60	21/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	19	5
61	22/10/2023	16:00	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	15	3
62	22/10/2023	16:15	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	17	3
63	22/10/2023	16:30	Grapari Telkomsel Pettarani Makassar	5G	14	2
				Rata - rata Score	15	3

Dari tabel 10 diperoleh rata – rata tingkat latensi dan skor jitter pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar untuk jaringan 5G pada pagi hari sebesar 15 ms dan 3 ms, siang hari sebesar 19 ms dan 5 ms, serta sore hari sebesar 15 ms dan 3 ms. Grafik visualisasi data dari tabel 9 dan 10 dapat terlihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Grafik Visualisasi Latensi dan Jitter Jaringan 4G dan 5G di Grapari Telkomsel Pettarani Makassar

Berdasarkan hasil data dan grafik dapat diketahui bahwa tingkat latensi dan skor jitter pada jaringan 5G lebih rendah dibandingkan jaringan 4G pada lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar. Semakin rendah tingkat latensi, maka semakin cepat waktu respons dan semakin kuat koneksinya. Sementara itu skor jitter yang rendah berarti koneksi mempertahankan tingkat latensi yang baik sepanjang sesi pengukuran dan meminimalkan gangguan pada koneksi.

Data pengukuran jaringan pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar dari tanggal 16 hingga 22 oktober 2023 menghasilkan data rata – rata latensi dan jitter jaringan 4G dan 5G yang dapat dilihat pada tabel 11 dan 12 berikut :

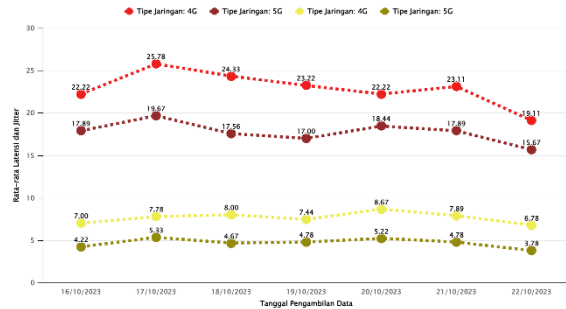
Tabel 11. Data Rata – rata Latensi dan Jitter 4G di Telkom Plaza Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Ping	Jitter
1	16/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25	6
2	16/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	5
3	16/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	5
4	17/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	8
5	17/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27	8
6	17/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	22	6
7	18/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	8
8	18/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	29	9
9	18/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28	8
10	19/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24	7
11	19/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28	7
12	19/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	6
13	20/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	21	9
14	20/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	8
15	20/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	18	8
16	21/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	8
17	21/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	8
18	21/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	6
19	22/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	16	6
20	22/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	22	7
21	22/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	6
				Rata - rata Pagi	22	7
22	16/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28	14
23	16/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27	8
24	16/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23	8
25	17/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27	13
26	17/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	29	8
27	17/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25	8
28	18/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	21	10
29	18/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	9
30	18/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	8
31	19/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24	9
32	19/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25	8
33	19/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	9
34	20/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	14
35	20/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	25	8
36	20/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	8
37	21/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	11
38	21/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	9
39	21/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23	9
40	22/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	22	10
41	22/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	18	8
42	22/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	8
				Rata - rata Siang	24	9
43	16/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	6
44	16/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	5
45	16/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	6
46	17/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	22	7
47	17/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	6
48	17/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28	6
49	18/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	24	8
50	18/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27	6
51	18/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	6
52	19/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23	6
53	19/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	19	7
54	19/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	27	8
55	20/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	9
56	20/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	21	7
57	20/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	23	7
58	21/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	28	8
59	21/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	6
60	21/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	26	6
61	22/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	18	6
62	22/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	20	5
63	22/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	4G	16	5
				Rata - rata Sore	23	6

Dari tabel 11 diperoleh rata – rata tingkat latensi dan skor jitter pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar untuk jaringan 4G pada pagi hari sebesar 22 ms dan 7 ms, siang hari sebesar 24 ms dan 9 ms, serta sore hari sebesar 23 ms dan 6 ms.

Tabel 12. Data Rata – rata Latensi dan Jitter 5G di Telkom Plaza Pettarani Makassar.

No	Tanggal	Waktu	Lokasi Penelitian	Tipe Jaringan	Ping	Jitter
1	16/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	3
2	16/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	13	4
3	16/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	14	3
4	17/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	6
5	17/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	21	5
6	17/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	5
7	18/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	4
8	18/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	21	4
9	18/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	3
10	19/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	4
11	19/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	5
12	19/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	14	5
13	20/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	5
14	20/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	4
15	20/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	17	6
16	21/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	14	4
17	21/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	5
18	21/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	5
19	22/10/2023	9:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	11	3
20	22/10/2023	9:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	4
21	22/10/2023	9:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	3
Rata - rata Pagi					17	4
22	16/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	24	9
23	16/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	25	6
24	16/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	20	5
25	17/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	20	10
26	17/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	22	5
27	17/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	6
28	18/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	20	8
29	18/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	7
30	18/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	5
31	19/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	14	5
32	19/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	14	6
33	19/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	15	7
34	20/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	21	9
35	20/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	6
36	20/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	22	7
37	21/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	7
38	21/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	6
39	21/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	20	5
40	22/10/2023	13:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	20	5
41	22/10/2023	13:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	4
42	22/10/2023	13:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	5
Rata - rata Siang					19	6
43	16/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	3
44	16/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	15	3
45	16/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	2
46	17/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	4
47	17/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	4
48	17/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	25	3
49	18/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	15	4
50	18/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	15	3
51	18/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	4
52	19/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	20	4
53	19/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	4
54	19/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	21	3
55	20/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	19	3
56	20/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	3
57	20/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	4
58	21/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	4
59	21/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	22	4
60	21/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	18	3
61	22/10/2023	17:00	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	16	4
62	22/10/2023	17:15	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	14	4
63	22/10/2023	17:30	Telkom Plaza Pettarani Makassar	5G	12	2
Rata - rata Sore					18	3



Gambar 6. Grafik Visualisasi Latensi dan Jitter Jaringan 4G dan 5G di Telkom Plaza Pettarani Makassar

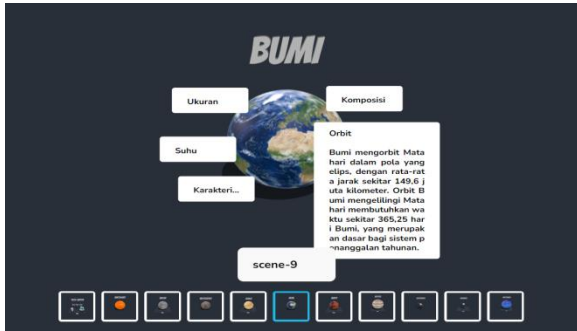
Berdasarkan hasil data dan grafik dapat diketahui bahwa tingkat latensi dan skor jitter pada jaringan 5G lebih rendah dibandingkan jaringan 4G pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar. Semakin rendah tingkat latensi, maka semakin cepat waktu respons dan semakin kuat koneksinya. Sementara itu skor jitter yang rendah berarti koneksi mempertahankan tingkat latensi yang baik sepanjang sesi pengukuran dan meminimalkan gangguan pada koneksi.

Teknologi AR (*Augmented Reality*) yang digunakan sebagai bahan perbandingan jaringan 4G dan 5G dalam penelitian ini berfokus pada indikator *smart people / society* pada Makassar *Smart City* dengan mengangkat topik pengenalan tata surya sederhana yang memuat konten fakta unik tentang matahari, bulan, merkurius, venus, bumi, mars, jupiter, saturnus, uranus, dan neptunus. Adanya teknologi AR ini diharapkan dapat memperkenalkan atau mendorong proses belajar mengajar secara tiga dimensi (3D) agar lebih efisien dan interaktif kedepannya. Berikut hasil desain teknologi AR Tata Surya yang dapat dilihat pada gambar 7, 8, dan 9 sebagai berikut:

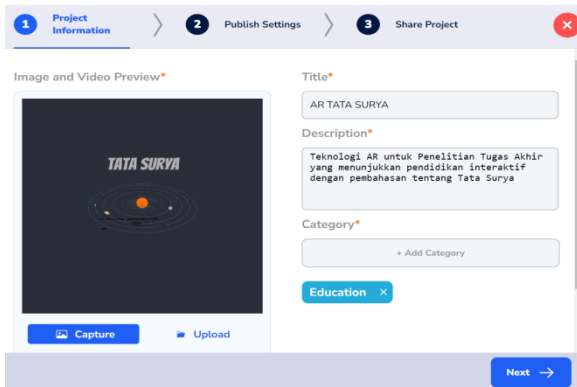


Gambar 7. Tampilan Awal Konten AR

Dari tabel 12 diperoleh rata – rata tingkat latensi dan skor jitter pada lokasi Telkom Plaza Pettarani Makassar untuk jaringan 5G pada pagi hari sebesar 17 ms dan 4 ms, siang hari sebesar 19 ms dan 6 ms, serta sore hari sebesar 18 ms dan 3 ms. Grafik visualisasi data dari tabel 11 dan 12 dapat terlihat pada gambar 6 berikut :



Gambar 8. Konten AR Bumi



Gambar 9. Deskripsi Konten AR Tata Surya

Penulis mengumpulkan data preferensi pengalaman pengguna melalui kuesioner online menggunakan software google form dengan metode blind test, dimana para responden memberikan penilaian pada hasil konten AR dengan cara terlebih dahulu menonton dua video tanpa label 4G atau 5G pada kuesioner online yang sebenarnya pada video pertama memuat hasil tes penggunaan teknologi AR dengan menggunakan jaringan 4G, sedangkan video kedua memuat hasil tes penggunaan teknologi AR dengan menggunakan jaringan 5G. Adapun dataset yang dihasilkan dari penyebaran kuesioner online, antara lain :

Tabel 13. Data Kuesioner Preferensi Pengalaman Pengguna AR

No	Nama	Umur	Jenis Kelamin	Stabilitas AR	Responsifitas AR	Penggunaan Data	Ketersediaan Jaringan
1	Helena Christy Rannu	Gen Z	Perempuan	2	2	2	1
2	Claudia Cynthia	Millennial	Perempuan	1	2	2	1
3	Christian Gerald Gala	Gen Z	Laki-laki	2	2	2	1
4	Tryfena	Gen Z	Perempuan	1	1	1	1
5	Radia	Gen Z	Perempuan	2	2	2	1
6	Nur Al Fitriawati A	Gen Z	Perempuan	2	2	2	1
7	Yulius William Kasi	Gen Z	Laki-laki	2	2	2	1
8	Muarini indrayani	Gen Z	Perempuan	2	2	2	1
9	Rezki Amaliah Azwar	Gen Z	Perempuan	1	1	1	1
10	Nurul Fathanah	Gen Z	Perempuan	1	1	2	1
11	Raynal Sumule	Gen Z	Laki-laki	2	2	2	1
12	Dias	Millennial	Laki-laki	1	2	2	1
13	Novena	Gen Z	Perempuan	2	2	2	1
14	Gideon	Gen Z	Laki-laki	1	2	2	1
15	Putri	Gen Z	Perempuan	2	2	2	1
16	Ruben	Gen Z	Laki-laki	2	2	2	1
17	Fany	Millennial	Perempuan	1	2	2	1
18	Junriani Marissing	Gen Z	Perempuan	1	2	2	1
19	Suwanti	Gen Z	Perempuan	2	2	2	1
20	Lady	Millennial	Perempuan	1	2	2	1
21	Andika	Millennial	Laki-laki	2	2	2	1
22	Ricardo Yakobus Mesu	Gen Z	Laki-laki	2	2	2	1
23	Febrianto	Gen Z	Laki-laki	1	1	1	1
24	Matius	Millennial	Laki-laki	2	2	2	1

Dari data kuesioner pada tabel 13 diperoleh data sebanyak 24 responden. Penilaian preferensi

pengguna AR pada jaringan 5G diwakili oleh angka dua (2), sedangkan untuk jaringan 4G diwakili oleh angka satu (1). Hasil pengumpulan data pengguna AR pada tabel 4.13 kemudian dianalisis dengan metode Algoritma K-Means menggunakan software RapidMiner Studio.

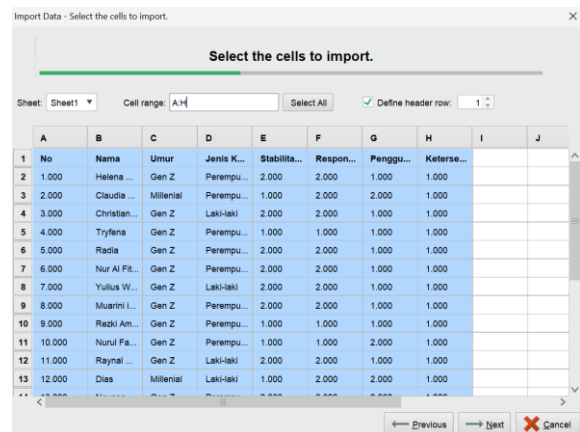
Penulis menganalisis data menggunakan software RapidMiner Studio dengan langkah – langkah proses sebagai berikut :

a. Impor data atau memasukkan data dari tabel 4.13 yang telah berbentuk sheet excel ke dalam RapidMiner Studio dengan menggunakan operator Read Excel.

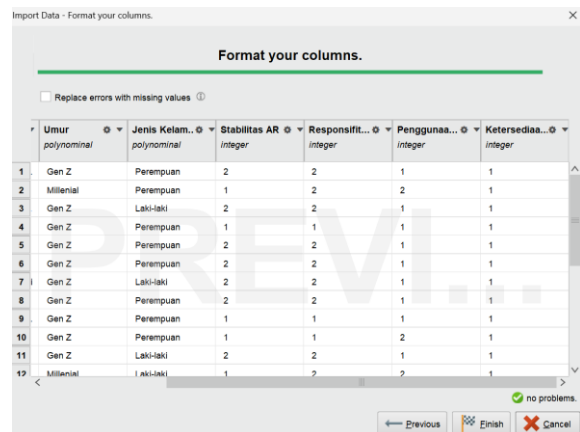


Gambar 10. Impor Model Dataset

b. Data yang diimpor kemudian disesuaikan rentang cell, atribut, dan tipe data yang akan digunakan agar tidak terdapat missing value dan error pada saat program dijalankan.

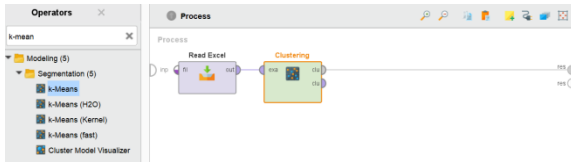


Gambar 11. Penyesuaian Rentang Cell Data



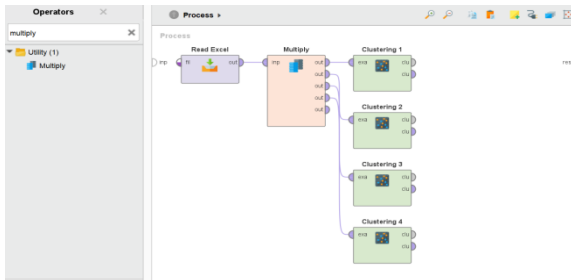
Gambar 12. Penyesuaian Atribut dan Tipe Data

c. Setelah data berhasil diimpor, maka selanjutnya menentukan jumlah *cluster* k dengan menggunakan operator *Clustering K-Means*.



Gambar 13. Impor Model *Clustering K-Means*

d. Penulis menggunakan metode *Elbow* atau siku untuk menentukan nilai k yang paling tepat dari dataset yang telah diimpor. Penerapan metode *Elbow* dimulai dengan menambahkan operator *Multiply* diantara operator *Read Excel* dan operator *Clustering*. Fungsi operator *Multiply* yaitu memungkinkan pengguna dalam mempercepat proses *clustering* dengan cara mengandakan operator *Clustering* pada sekali *running* atau eksekusi program.



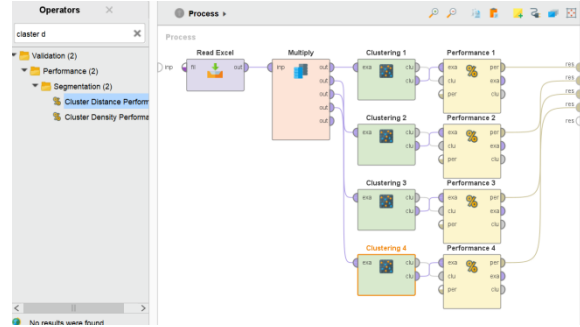
Gambar 14. Impor Model *Multiply*

Berdasarkan gambar 14 dapat dihasilkan data berupa nilai k yang ditetapkan pada setiap operator *Clustering* 1, 2, 3, dan 4 yakni :

Tabel 14. Data Jumlah *Cluster* K

<i>Clustering</i>	1	2	3	4
Nilai k	2	3	4	5

e. Selanjutnya pada data tabel 14 diukur masing – masing performansi dari tiap operator *clustering* menggunakan operator *Cluster Distance Performance* dengan tujuan mengetahui berapa jumlah k yang paling tepat untuk digunakan pada dataset ini.



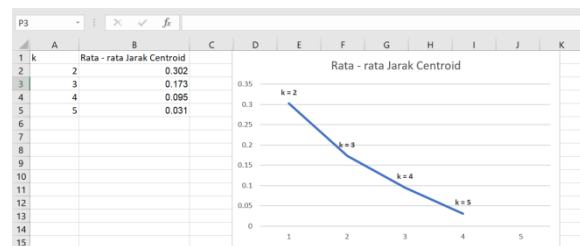
Gambar 15. Impor Model *Cluster Distance Performance*

f. Program kemudian dieksekusi menghasilkan rata – rata jarak *centroid* data yang akan membentuk metode *Elbow*, dimana jika nilai *cluster* pertama dengan nilai *cluster* kedua menghasilkan sudut siku dalam grafik atau nilainya mengalami penurunan paling besar, maka jumlah nilai *cluster* tersebut dianggap paling tepat, sebagai berikut :

Tabel 15. Data Rata – rata Jarak *Centroid*

Nilai k	2	3	4	5
Rata – rata Jarak <i>Centroid</i>	0.302	0.173	0.095	0.031

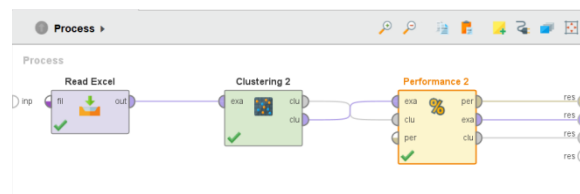
Berdasarkan gambar 15 dan tabel 15 dapat dihasilkan metode *Elbow* menggunakan grafik garis x,y pada Microsoft Excel :



Gambar 16. Grafik Metode *Elbow*

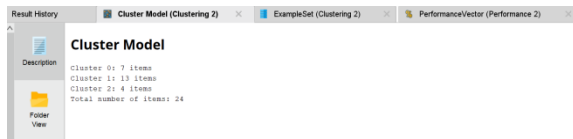
Pada gambar 16 terlihat bahwa patahan atau siku terdapat pada sumbu x = 2, sehingga ditetapkan nilai k yang paling tepat menggunakan metode *Elbow* yaitu k = 3.

g. Setelah menentukan nilai k yang tepat, maka proses *clustering* dapat disederhanakan.



Gambar 17. Model Akhir *Clustering*

h. Hasil *clustering* dalam RapidMiner Studio, antara lain :

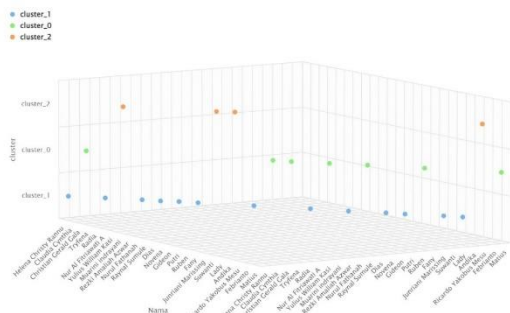


Gambar 18. Hasil Model Akhir *Cluster*

Dari hasil model pada gambar 18 dihasilkan tiga model *clustering* yaitu *cluster 0*, *cluster 1*, dan *cluster 2* yang masing – masing mewakili para responden. Responden memiliki indikator penilaian yang digunakan dalam proses menentukan nilai k, yaitu Stabilitas AR, Responsifitas AR, Penggunaan Data, dan Ketersediaan Jaringan. Keempat indikator inilah yang membentuk nilai *centroid* (pusat *cluster*). *Centroid* dalam penerapannya menggunakan data pada setiap indikator tersebut secara acak dan diperbarui terus menerus selama nilai k masih berubah. Jika nilai k tidak mengalami perubahan lagi, maka ditetapkan *centroid* pada pengukuran tersebut bersifat final. Dalam penelitian ini *centroid* yang dihasilkan dapat terlihat pada tabel 16 berikut :

Tabel 16. Data *Centroid*

<i>Clus ter</i>	Stabil itas AR	Respons ivitas AR	Penggu naan Data	Keterse diaan Jaringan
K0	1.429	2	2	1
K1	1.846	2	1	1
K2	1	1	1.25	1



Gambar 19. Grafik Plot Hasil *Clustering*

Tabel 17. Hasil Akhir *Cluster*

Data ke	Nama	Umur	<i>Cluster</i>
1	Helena	Gen Z	1
2	Claudia	Millennial	0
3	Christian	Gen Z	1
4	Tryfena	Gen Z	2
5	Radia	Gen Z	1

6	Nur	Gen Z	1
7	Yulius	Gen Z	1
8	Muarini	Gen Z	1
9	Rezki	Gen Z	2
10	Nurul	Gen Z	2
11	Raynal	Gen Z	1
12	Dias	Millennial	0
13	Novena	Gen Z	0
14	Gideon	Gen Z	1
15	Putri	Gen Z	0
16	Ruben	Gen Z	1
17	Fany	Millennial	0
18	Junriani	Gen Z	1
19	Suwanti	Gen Z	1
20	Lady	Millennial	0
21	Andika	Millennial	1
22	Ricardo	Gen Z	1
23	Febrianto	Gen Z	2
24	Matius	Millennial	0

Hasil akhir Clustering K-Means menunjukkan bahwa pengguna AR terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok 1 (*cluster 0*) sebanyak 29 %, kelompok 2 (*cluster 1*) sebanyak 54%, dan kelompok 3 (*cluster 2*) sebanyak 17%. Kelompok 1 mengungkapkan tingkat kepuasan netral, yakni mereka puas dalam menggunakan kedua jaringan, baik 4G dan 5G dalam mengakses konten AR. Kelompok 2 mengungkapkan tingkat kepuasan yang lebih tinggi saat menggunakan jaringan 5G pada aplikasi AR, dikarenakan mereka merasa jaringan 5G mampu menampilkan konten AR dengan lebih stabil dan responsif dibanding jaringan 4G. Kelompok 3 mengungkapkan tingkat kepuasan yang lebih tinggi saat menggunakan jaringan 4G pada aplikasi AR, dikarenakan mereka merasa jaringan 4G mampu menampilkan konten AR dengan lebih stabil dan responsif dibanding jaringan 5G. Kelompok 1 memiliki perbedaan dengan kelompok lainnya dimana mereka semua mendukung penggunaan data 5G, sehingga mereka tidak keberatan terhadap kinerja 5G saat ini yang boros dan mahal dalam penggunaan kuota data, asalkan dampak yang didapatkan saat menggunakan jaringan 5G lebih cepat dan stabil dibanding jaringan 4G. Pada akhirnya ketiga kelompok sepakat bahwa perbedaan kinerja jaringan 4G dan 5G dapat diabaikan untuk saat ini. Hal ini dikarenakan saat ini ketersediaan jaringan 4G lebih luas cakupannya di seluruh wilayah kota makassar dibandingkan jaringan 5G yang hanya terdapat di daerah pettarani Makassar.

4. Kesimpulan

- a. Berdasarkan pengukuran jaringan 4G dan 5G di lokasi Grapari Telkomsel Pettarani Makassar dan Telkom Plaza Pettarani Makassar, diperoleh jaringan 5G jauh lebih unggul dibandingkan jaringan 4G dalam segala aspek, yaitu kecepatan, latensi, dan jitter jaringan. Jaringan 5G memiliki kinerja lebih baik dalam mendukung penerapan Makassar Smart City akan tetapi penggunaan jaringan 5G dalam khalayak umum masih rendah di sebabkan ketersediaan jaringan 4G yang lebih banyak di seluruh wilayah kota makassar dibanding jaringan 5G yang hanya terdapat di daerah pettarani Makassar.
- b. Pengguna AR di kota Makassar saat ini terbagi atas tiga kelompok, yakni kelompok 1 sebanyak 29% yang memiliki tingkat kepuasan netral terhadap jaringan 4G dan 5G, kelompok 2 sebanyak 54% yang memiliki tingkat kepuasan tinggi terhadap jaringan 5G dibanding 4G, dan kelompok 3 sebanyak 17% yang memiliki tingkat kepuasan tinggi terhadap jaringan 4G dibandingkan jaringan 5G.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada segenap pimpinan program studi, dosen pembimbing, staff pegawai Program Studi Teknik Elektro UKI Paulus Makassar serta terlebih khusus kepada kedua orang tua yang selama ini telah setia mendidik, mendoakan, dan memberikan kasih sayang serta selalu menjadi sumber panutan dan inspirasi baik bagi penulis dalam menyikapi persoalan dan tantangan yang terjadi sepanjang hidup ini.

Daftar Pustaka

- [1] Masa, M. A., Rahman, M. N., Silviati, T., Abdurrahman, D., Lahmado, H., Basalamah, A., & Afdhal, A. (n.d.). Analisis Potensi Jaringan 5G Area Sulawesi Selatan.
- [2] Nurdiassa, A., Zulfikar, A., Rasyid, F., & Wulandari, A. T. (2021). Implementasi Kebijakan Smart City dalam Mewujudkan Makassar Kota Dunia Smart City Policy Implementation in Realizing Makassar a World City. Artikel Info Abstrak 3.
- [3] Tri, N., Saptadi, S., Sampe, F., Chyan, P., Jaya Makassar, A., Manajemen, J., Ekonomi, F., Bisnis, D., Atma, U., & Makassar, J. (2018). Analisis Terhadap Persepsi Masyarakat Makassar Dalam Upaya Untuk Mewujudkan Tata Kelola Smart City. In IJCCS (Vols x, No.x, Issue 1).
- [4] Amakora Koli Parera Teknik Informatika, J., & Dipanegara Makassar JI Perintis Kemerdekaan, S. (n.d.). Rancang Bangun Aplikasi Cityzen Report untuk Makassar Smart City.
- [5] Agung Wibowo, D., Rais Wathani, M., & Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, I. (2021). Rancang Bangun Media Promosi Kampus Berbasis Augmented Reality (Study Pada Uniska Banjarmasin). In *Technologia* (Vol. 12, Issue 3).
- [6] Galeh Nur Indriatno Putra Pratama, Triyono, Moch. B., Hasanah, N., & Ramadhan, M. A. (2022). *Mapping The Utilization Of Augmented Reality Media in Vocational Education in DIY Using K-Means*. *Jurnal PenSil*, 11(3), 271–281.
- [7] Aghust Kurniawan, M. (n.d.). Disrupsi Teknologi Pada Konsep Smart City: Analisa Smart Society Dengan Konstruksi Konsep Society 5.0.
- [8] Hardiyanti, S. D., & Purnamasari, C. A. (n.d.). Efektifitas Aplikasi Smart City Pada Pengguna Smartphone Untuk Mewujudkan Kota Nyaman Untuk Semua Di Kota Makassar 1.
- [9] Wulandari, I. (n.d.). Sistem Pakar Talenta Implementasi Kecerdasan Buatan Dalam Pelayanan Publik Menuju Sragen Smart City.2.