

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI FIBER IN THE AIR UNTUK INTERNET DEDICATED 60 Mbps

Jadi Martuahman Sinaga¹

¹Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia

¹e-mail korespondensi: jadisinaga@gmail.com

ABSTRACT

Currently, the need for a good internet is very high where the Covid-19 pandemic has not ended, resulting in many government organizations or private companies implementing a Work From Home (WFH) or online work system that requires fast and stable internet technology and affordable prices both in terms of costs. Installation and in terms of maintenance costs of the device This journal will discuss the Airspan I-Bridge CX-5 device which is called the latest Fiber In The Air (UBR) technology and is very reliable, including stable speed and simple maintenance. This Fiber In The Air (UBR) technology has also been introduced by Smartfren Telecom as a telecommunications operator to several agencies or companies that need this internet technology. Airspan I-Bridge CX5 in this Journal will be implemented in one of Kalbe Farma's groups, namely Hexapharm, which is located in Pulogadung, Jakarta. The monitoring system of the Airspan I-Bridge CX5 device uses the Internet Of Thing (IoT) concept where the Airspan I-Bridge CX-5 device will be connected to the NOC (Network Monitoring Center) system owned by Smartfren Telecom. Thus, the condition of this device can be monitored regularly so that the internet facilities offered to customers can continue to be maintained for quality and service

Keywords: Internet Of Thing (IoT); Telecommunications; Fiber in The Air (UBR)

ABSTRAK

Saat ini kebutuhan akan internet yang baik sangat tinggi dimana kondisi pandemik Covid19 yang belum berakhir mengakibatkan banyaknya organisasi pemerintahan ataupun perusahaan swasta yang menerapkan sistem kerja *Work From Home (WFH)* atau daring yang membutuhkan teknologi internet yang cepat dan stabil dan harganya terjangkau baik dari sisi biaya instalasi maupun dari sisi biaya maintenance dari perangkatnya. Jurnal ini akan membahas tentang perangkat Airspan I-Bridge CX-5 yang disebut teknologi *Fiber In The Air (UBR)* yang terbaru dan sangat memiliki keandalannya antara lain kecepatan yang stabil dan pemeliharaannya yang sederhana. Teknologi *Fiber In The Air (UBR)* ini juga sudah diperkenalkan oleh Smartfren Telecom sebagai operator telekomunikasi ke beberapa instansi ataupun perusahaan yang membutuhkan teknologi internet ini. Airspan I-Bridge CX5 dalam Jurnal ini akan diimplementasikan pada salah satu grup Kalbe Farma yaitu Hexapharm yang berlokasi di Pulogadung, Jakarta. Sistem pemantauan dari perangkat Airspan I-Bridge CX5 ini menggunakan konsep *Internet Of Thing (IoT)* dimana perangkat Airspan I-Bridge CX-5 akan terhubung ke dalam sistem *NOC (Network Monitoring Center)* yang dimiliki oleh Smartfren Telecom. Dengan demikian perangkat ini dapat dimonitor kondisinya secara rutin agar fasilitas internet yang ditawarkan ke pelanggan dapat tetap terus dijaga kualitas dan layanannya.

Keyword : Internet Of Thing (IoT); Telekomunikasi; Fiber in The Air (UBR)

PENDAHULUAN

Teknologi Internet saat ini sudah menjadi suatu kebutuhan yang digunakan untuk menunjang suatu pekerjaan baik itu dalam mengirim email atau pun dapat digunakan sebagai media berkomunikasi antar area maupun antar wilayah. Apalagi saat ini dalam kondisi pandemik Covid19 dimana adanya penerapan pembatasan ruang lingkup manusia

yang beraktivitas baik itu di dalam kantor maupun di luar kantor, sehingga dibutuhkan suatu teknologi internet yang baik dan stabil yang dapat digunakan oleh masyarakat. Ada beberapa hal yang dapat digunakan dengan fasilitas teknologi internet ini antara lain adalah :

- Mengirimkan email ke beberapa client maupun rekan kerja.

- Menggunakan fasilitas Zoom untuk rapat internal maupun eksternal.
- Menggunakan Whatsapp sebagai media komunikasi untuk menunjang pekerjaan.
- Mempercepat pengiriman data baik itu berupa informasi berupa dokumen file atau foto yang dibutuhkan oleh penerima informasi tersebut.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah akan kebutuhan internet ini adalah dengan menggunakan teknologi *Fiber In The Air (UBR)* dengan perangkat Airspan I-Bridge CX-5 yang memiliki kehandalan teknologi yang baik sehingga untuk kecepatan internet yang dikirimkan relatif stabil dan cepat. Teknologi *Fiber In The Air (UBR)* dalam penelitian ini diimplementasikan pada salah satu pelanggan dari Smartfren Telecom yaitu Hexapharm yang merupakan salah satu grup Kalbe Farma.

Adapun yang menjadi latar belakang dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Adanya peningkatan kebutuhan akan koneksi internet yang relatif baik dengan kecepatan yang maksimal. Kondisi yang dialami oleh customer Hexapharm sebelum adanya permintaan untuk implementasi UBR Airspan I-Bridge CX-5 adalah koneksi internet yang mereka gunakan dengan kapasitas bandwidth yang relatif kecil dengan menggunakan provider internet *existing* dengan kondisi performansi yang dihasilkan tidak stabil. Pelanggan Hexapharm menggunakan koneksi internet dari provider *existing*

PT. Phatria Inti Persada dengan bandwidth yang diinginkan sebesar 5 Mbps.

Sering terjadi gangguan dari perangkat *existing* yang digunakan oleh pelanggan Hexapharm yang dapat mengganggu aktivitas operasional kerja dari pelanggan Hexapharm. Beberapa hal yang dapat menyebabkan koneksi internet mengalami gangguan.

Manfaat dari penulisan tesis ini adalah untuk memahami bagaimana suatu proses dari awal hingga akhir dari pelaksanaan implementasi proyek *Fiber In The Air (UBR)* dengan menggunakan perangkat dengan teknologi terbaru dari Airspan yaitu type I-Bridge CX-5 yang diketahui memiliki kehandalan yang baik sehingga dapat memberikan suatu keluaran layanan internet dengan kecepatan 60 Mbps untuk pelanggan Hexapharm.

Diharapkan penelitian ini juga dapat menjadi rujukan untuk melakukan proyek implementasi *Fiber In The Air (UBR)* untuk pelanggan Smartfren Telecom berikutnya.

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah suatu perangkat yang terhubung satu dengan yang lain dan mempunyai kemampuan untuk saling dapat berkomunikasi satu sama lain dan dapat menentukan keputusan sendiri tanpa intervensi manusia [1]. Saat ini IoT telah menjadi suatu aspek yang penting dalam kehidupan sehari-hari manusia.

Ultra Broadband Radio (UBR)

Ultra Broadband radio (UBR) adalah teknologi yang menggunakan prinsip dari

teknologi *fiber optic* yang dikembangkan menjadi lebih sederhana. Berkat adanya teknologi *fiber optic* atau disebut juga dengan serat optik ini maka saat ini kita dapat menikmati layanan internet dengan kecepatan tinggi yang tidak terpengaruh dengan kondisi atau keadaan cuaca [2]. Teknologi *fiber optic* ini banyak digunakan terutama pada teknologi telekomunikasi. Banyak keunggulan yang ditawarkan dengan teknologi ini sehingga beberapa industri menggunakan teknologi *fiber optic* ini.

Fiber optic adalah salah satu jenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus berdiameter 120 mikrometer lebih kecil dari rambut manusia yang digunakan sebagai media transmisi [3]. Kabel ini bisa mentransmisikan sinyal cahaya dari lokasi satu ke lokasi lainnya dengan kecepatan yang optimal. Transmisi bisa dilakukan dengan kecepatan tinggi karena sistem kerjanya yang menggunakan pembiasan cahaya [4]. Sedangkan cahaya yang digunakan untuk proses transmisi adalah LED atau laser [5]. Karena keunggulan dari *fiber optic* ini adalah kecepatan yang tinggi maka *fiber optic* banyak digunakan sebagai saluran komunikasi sehingga pengguna bisa menjangkau orang lain dengan kecepatan yang optimal pula [6].

Radio

Pengertian dari radio adalah suatu teknologi yang memanfaatkan gelombang radio untuk menyampaikan informasi baik itu berupa suara (audio) ataupun gambar (visual) [7]. Teknik teknologi radio yaitu dengan memodulasi gelombang elektromagnetik

secara sistematis yang kemudian disebarkan melalui angkasa. Modulasi gelombang ini dapat melalui frekuensi (FM) ataupun amplitudo (AM) [8]. Teknologi radio pertama kali ditemukan pada tahun 1880 oleh Heinrich Hertz berkebangsaan Jerman dimana dia berhasil membuktikan keberadaan radiasi elektromagnetik yang menjadi media transmisi sinyal radio. Pada tahun 1900-an mulailah dilakukan penggunaan radio namun masih terbatas pada bidang maritim [9]. Radio digunakan untuk mengirim pesan dengan kode morse dari kapal dengan daratan ataupun sebaliknya dan juga radio digunakan menjadi media komunikasi antar satu kapal dengan kapal lain nya untuk memastikan koordinasi. Radio merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk mengirimkan sinyal dengan cara modulasi dan radiasi elektromagnetik (gelombang elektromagnetik) dimana gelombang ini melintas dan juga merambat melewati udara dan juga melewati angkasa yang hampa udara dikarenakan gelombang ini tidak memerlukan suatu medium pengangkut seperti molekul udara [10]. Saat ini radio dapat didengar melalui ponsel pintar berbeda jika dibandingkan pada awal abad 20 dimana konsep nirkabel masih dianggap fiksi semata.

METODE

Dalam penelitian ini akan dijelaskan secara lengkap dari proses *end-to-end* dari proyek implementasi *Fiber In The Air (UBR)* dengan menggunakan perangkat Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi pelanggan Hexapharm, Jakarta, dan di sisi perangkat BTS Smartfren. Dan juga dalam penelitian ini akan diteliti

apakah kecepatan internet yang dihasilkan dari implementasi perangkat UBR Airspan I-Bridge XC-5 ini sesuai dengan yang telah direncanakan pada fase perencanaan proyek, dan juga diamati apakah internet yang dihasilkan dalam kondisi yang stabil seperti yang diinginkan oleh pelanggan Hexapharm Kalbe Farma yang ditunjukkan dengan hasil penelitian berupa kurva dan performansi perangkat UBR Airspan I-Bridge CX-5 ini dengan durasi 14 hari setelah implementasi perangkat ini dalam kondisi *RFS (Ready for services)*.

Perencanaan Implementasi proyek UBR Airspan I-Bridge CX-5

Proyek Implementasi ini dibagi dalam beberapa proses yaitu :

1. Pre-Survey
2. Instalasi
3. Testing & Commissioning
4. Integrasi
5. Aktivasi
6. BAST

Pre-Survey

Sebelum dilakukan proyek implementasi Airspan I-Bridge CX-5 maka perlu dilakukan Pra-Survey untuk mengetahui lokasi penempatan perangkat Mikrotik yang di-*install*, penempatan radio Airspan I-Bridge CX-5 yang di sisi pelanggan maupun di sisi lawannya (perangkat BTS Smartfren), penempatan *pole* untuk radio Airspan I-Bridge CX-5, posisi jalur kabel baik untuk kabel power, kabel LAN / UTP dari antenna radio Airspan I-Bridge CX-5 ke arah perangkat mikrotik dan juga dari survey ini

dapat diketahui penempatan kabel *grounding* dari *pole* ke *box grounding* di *rooftop* serta dapat diketahui status dari posisi penempatan radio Airspan I-Bridge CX-5 apakah *LOS (Line of Sight)* ke arah lawannya / *facing (Far End)* yaitu perangkat BTS Smartfren.

Berikut adalah merupakan hasil yang didapatkan dari kegiatan Pre-Survey :

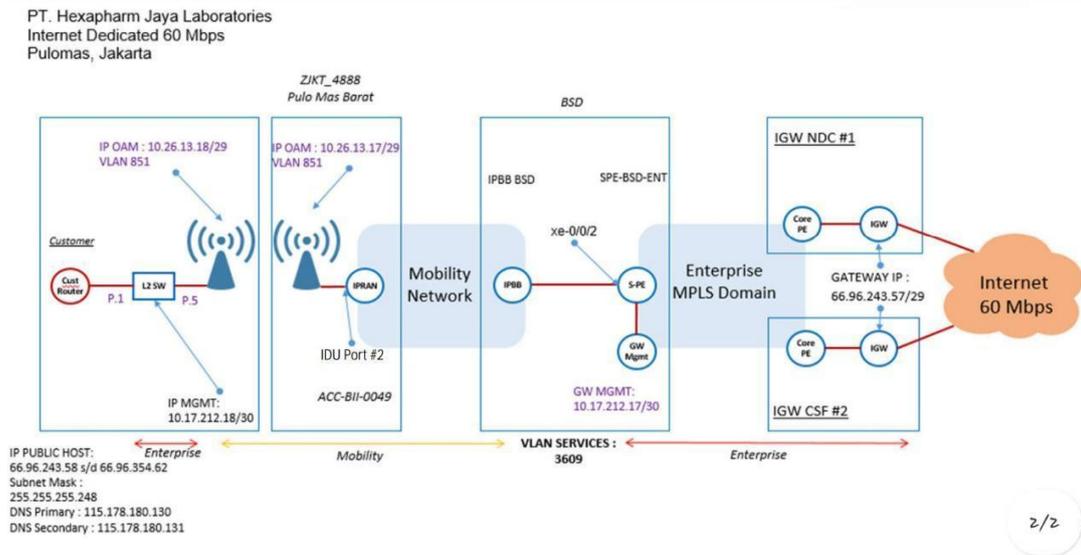
- Lokasi *Near End* (NE) adalah Hexaprahm Kalbe Farma dengan alamat Jln. Pulomas Selatan Kavling Kayu Putih Kec. Pulogadung Jakarta Timur.
- Lokasi *Far End* (FE) adalah site NZJKT_4888 Pulo Mas Barat dengan alamat Jln Pulomas Barat V A No.25 Kayu Putih Kec. Pulogadung Jakarta Timur.
- Status Survey : *LOS (Line of Sight)*
- Tinggi *Minipole* di sisi *Near End* (Hexapahram): 5 meter
- Penempatan radio Airspan I-Bridge CX-5 di sisi *Far End* (NZJKT_4888 Pulo Mas Barat): 15 meter.
- Kebutuhan kabel *grounding* di sisi *Near End* (Hexapharm) : 20 meter
- Kebutuhan kabel *grounding* di sisi *Far End* (NZJKT_4888 Pulo Mas Barat) : 30 meter
- Info terkait akses bekerja yang dibutuhkan baik di sisi pelanggan (Hexapharm) dan juga di sisi *Far End* NZJKT_4888 Pulo Mas Barat.

Instalasi

- Dalam proses implementasi ini maka perlu dibuatkan *Topology Design* untuk UBR Airspan I-Bridge CX-5 yang

menghubungkan dari perangkat yang di-
install agar dapat terkoneksi dengan

perangkat IGW Smartfren (IGW BSD)
seperti gambar 1 :



Gambar 1: Proses instalasi

Setelah dilakukan proses re-Survey pada lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma Jakarta dan lokasi NZJKT_4888 Pulo Mas Barat Jakarta, maka akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu implementasi yang terdiri dari :

1. Instalasi *Monopole* di lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma Jakarta
2. Instalasi radio UBR Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma Jakarta.
3. Instalasi radio UBR Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi *site* BTS Smartfren NZJKT_4888 Pulo Mas Barat Jakarta.
4. Integrasi perangkat UBR Airspan I-Bridge CX-5

Berikut adalah aktivitas yang dilakukan di *Near End* (lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma) :

1. Instalasi Monopole di lokasi pelanggan Hexapharm kalbe Farma

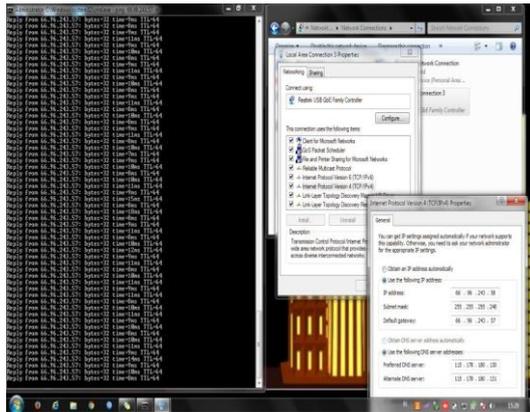
Instalasi Monopole 5 meter ini dilakukan oleh team vendor PT. DSB (Digital Solusi Bersama)

2. Instalasi UBR Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma.

Instalasi UBR Airspan I-Bridge CX-5 ini dilakukan oleh team vendor PT. Kencana Mandiri Sejahtera (KMS)

Testing dan Commissioning

Pada fase ini setelah aktivitas *pointing* dua arah mendapatkan RSL (*Link Budget*) yang sesuai dengan *design planning* maka dilakukan *testing* dan *commissioning* dari Airspan I-Bridge CX-5. Berikut tampilan dari *testing* dan *commissioning* perangkat Airspan I-Bridge CX-5:



Gambar 2: Tampilan *testing* dan *commissioning*

Keterangan :

Ping merupakan akronim dari Packet Internet Gopher adalah sebuah program utilitas yang dapat digunakan untuk memeriksa induktivitas jaringan berbasis teknologi *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP). Dengan menggunakan utilitas ini dapat diuji apakah sebuah komputer terhubung dengan computer lain nya. Hal ini dapat dilakukan dengan mengirim sebuah paket kepada alamat IP yang hendak diuji coba konektivitas nya dan menunggu respon darinya.

Integrasi

Setelah aktifitas *testing* dan *commissioning* perangkat radio Airspan I-Bridge CX-5 maka fase selanjut nya adalah Integrasi perangkat radio Airspan I-Bridge CX-5 dimana aktivitas ini dilakukan oleh team Engineer NICM (Network Integration Communication Management) yang memasukkan parameter dari radio Airspan I-Bridge CX-5 ke dalam server agar perangkat radio Airspan I-Bridge CX5 dapat termonitor dan dapat di-remote lewat sistem *monitoring* NOC (Network

Monitoring Centre) di Smartfren Mobility, BSD.

Di bawah ini adalah tangkapan dari proses fase Integrasi perangkat radio Airspan I-Bridge CX-5 dengan hasil bahwa radio Airspan I-Bridge CX5 yang di lokasi Hexapharm dan NZJKT_4888 Pulo Mas Barat yang statusnya sudah terintegrasi dan termonitor oleh NOC (Network Monitoring Center).

Aktivasi

Setelah proses integrasi selesai dilakukan dimana dari sisi perangkat sudah bisa termonitor oleh NOC (Network Monitoring Centre), dimana parameter dari radio UBR Airspan I-Bridge CX-5 sesuai dengan yang di buat oleh team *planning* radio dan pada saat test ping dilakukan perangkat radio merespon dengan baik dengan status sebagai berikut :

```
Pinging 10.26.13.249 with 32 bytes of data:
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=3ms TTL=54
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=2ms TTL=54
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=2ms TTL=54
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=2ms TTL=54
Ping statistics for 10.26.13.249:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 2ms, Maximum = 3ms, Average = 2ms
C:\Users\arief.hadi>ping 10.26.13.250
```

Pinging 10.26.13.250 with 32 bytes of data:
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=3ms
 TTL=54
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=4ms
 TTL=54
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=4ms
 TTL=54
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=3ms
 TTL=54
 Ping statistics for 10.26.13.250:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0
(0% loss),
 Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 3ms, Maximum = 4ms, Average = 3ms

HASIL DAN PEMBAHASAN
Detail perincian aktivitas dari implementasi Airspan I-Bridge CX-5

Aktivitas dari implementasi radio Airspan I-Bridge CX-5 dapat dibuatkan secara detail untuk tiap-tiap aktivitasnya baik lokasi pekerjaan di Hexapharm maupun di lokasi Far End NZJKT_4888 Pulo Mas Barat dengan durasi waktu yang sudah diuji di lapangan (*on site*)

Tabel 1: NEAR END (Lokasi : Pelanggan Hexapharm)

No	Activity	Duration (minutes)	Duration (Hour)
1	Installation Activity	135	
1,1	Unpack and Check Material	10	
1,2	Prepare Tools Equipment	5	
1,3	Assembly Mounting, Antenna and CPE	15	
1,4	Installation outdoor (Antenna, Radio and Clamp Cable LAN to Pole)	60	
1,5	Installation Indoor (Power Connection, Power On and Grounding Connected)	45	
2	Connect Ethernet, Setup and Commissioning CPE Airspan	60	
2,1	Access Radio in Browser	5	
2,2	Assign Radio Name	5	
2,3	Configure Radio IP Address	5	4,25
2,4	Set Link Detail	20	
2,5	Choose Operating Frequency	20	
2,6	Input Location	5	
3	Pointing and Integration	30	
3,1	Pointing and Integration to Service Assurance (NOC)	30	
4	Perform Concluding Routine	30	
4,1	Verification Checklist and Documentation	15	
4,2	Environment Temperatur Check	5	
4,3	Site Clean Check	10	
	Transport from Office to WH BSD pick up material 1 hop (one way)	60	1,00
	Transport from WH BSD to Near End to bring material 1 hop (one way)	60	1,00
	Transport from office to take key shelter site to PIC Mobility (one way)	60	1,00
	Transport from Near End to office & give back key shelter site to FOP Mobility (one way)	45	0,75
		480	8,00

Total durasi waktu yang dibutuhkan untuk implementasi radio Airspan I-Bridge CX-

5 di lokasi pelanggan Hexapharm adalah 4 jam dan 15 menit.

Tabel 2: FAR END (Lokasi : NZJKT_4888 Pulo Mas Barat)

No	Activity	Duration (minutes)	Duration (Hour)
1	Installation Activity	120	
1,1	Unpack and Check Material	10	
1,2	Prepare Tools Equipment	5	
1,3	Assembly Mounting, Antenna and CPE	15	
1,4	Installation outdoor (Antenna, Radio and Clamp Cable LAN to Tower)	45	
1,5	Installation Indoor (Power Connection, Power On and Grounding Connected)	45	
2	Connect Ethernet, Setup and Commissioning CPE Airspan	60	
2,1	Access Radio in Browser	5	4,00
2,2	Assign Radio Name	5	
2,3	Configure Radio IP Address	5	
2,4	Set Link Detail	20	
2,5	Choose Operating Frequency	20	
2,6	Input Location	5	
3	Pointing and Integration	30	
3,1	Pointing and Integration to Service Assurance (NOC)	30	
4	Perform Concluding Routine	30	
4,1	Verification Checklist and Documentation	15	
4,2	Environment Temperatur Check	5	
4,3	Site Clean Check	10	
	Transport from Office to Far End (one way)	90	1,50
	Transport from Far End to Near End	60	1,00
		390	6,50

Total durasi waktu yang dibutuhkan untuk implementasi radio Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi NZJKT_4888 Pulo Mas Barat adalah 4 jam.

Untuk melakukan implementasi proyek radio Airspan I-Bridge CX-5 maka dapat dipetakan untuk *resources*-nya sebagai berikut :

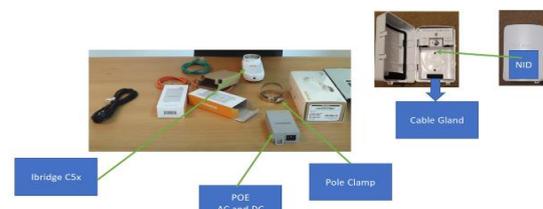
4.2. Implementasi Team

Tabel 3: Pemetaan resources

No	Installation Team	Location	Schedule
1	Engineer 1 & Installer 3	Hexapharm , Kalbe Farma Jakarta	30-Jul-21
2	Engineer 1 & Installer 3	NZJKT_4888 Pulo Mas Barat	31-Jul-21

Airspan I-Bridge CX-5 Kits

Berikut adalah bagian dari Airspan I-Bridge CX-5 kits :



Gambar 3: bagian dari Airspan I-Bridge CX-5 kits

Speedtest

Setelah dilakukan aktivasi pada perangkat Airspan I-Bridge CX-5 maka fase berikutnya adalah melakukan *Speed Test* terhadap kualitas perangkat airspan I-Bridge CX-5 ini. Di bawah ini adalah tangkapan dari pengujian kecepatan kualitas internet yang sudah sesuai dengan permintaan pelanggan Hexapharm Kalbe Farma, Jakarta yaitu 60 Mbps.



Gambar 4: Pengujian Kecepatan Kualitas Internet

Setelah dilakukan pengetesan terhadap perangkat UBR yang sudah terpasang maka didapatkan hasilnya sebagai berikut :

- Untuk hasil **Download** didapatkan 62.39 Mbps
- Untuk hasil **Upload** didapatkan 61,39 Mbps

SIMPULAN

Kesimpulan

Sebelum melakukan implementasi proyek Airspan I-Bridge CX-5 maka perlu dilakukan proses Pre-Survey untuk mengetahui semua kebutuhan yang terkait implementasi yang akan dilakukan baik itu di sisi pelanggan **Hexapharm Kalbe Farma** dan juga di sisi **NZJKT_4888 Pulo Mas Barat**.

Proyek implementasi Airspan I-Bridge CX-5 ini membutuhkan durasi 2 hari untuk instalasi perangkat Airspan I-Bridge CX-5 dari mulai instalasi di Near End (**Hexapharm**) dan sisi

Far End (**NZJKT_4888 Pulo Mas Barat**) sampai proses aktivasi serta pengetesan (*Speed Test*) dari perangkat Airspan I-Bridge CX-5.

Hasil yang dilakukan pada saat pengetesan (*Speed Test*) sesuai dengan yang diminta oleh pelanggan Hexapharm yaitu 60 Mbps.

Kualitas dari internet yang dihasilkan dari implementasi Airspan I-Bridge CX-5 cukup stabil dan kecepatannya tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. D. Raja, "Sistem Iot Cloud Untuk Monitoring Lingkungan Tanaman." Universitas Hasanuddin, 2020.
- [2] M. R. Sari, Y. Soepriyanto, And A. Wedi, "Digitalisasi Media Objek 3 Dimensi Kabel Fiber Optic Berbantuan Piramida Hologram Untuk Sekolah Menengah Kejuruan," *Jktp J. Kaji. Teknol. Pendidik.*, Vol. 3, No. 4, Pp. 366–376, 2020.
- [3] R. Akbar And D. Hamzah, "Rancang Bangun Aplikasi Link Budget Fiber Optik Pada Fiber To The Home Ftth Pt. Telkom Indonesia," *Tekinfor*, Vol. 21, No. 2, Pp. 83–91, 2020.
- [4] U. A. Ahmad, R. E. Saputra, And P. Y. Pangestu, "Perancangan Infrastruktur Jaringan Komputer Menggunakan Fiber Optik Dengan Metode Network Development Life Cycle (Ndlc)," *Eproceedings Eng.*, Vol. 8, No. 6, 2021.
- [5] M. I. S. Gonawan, "Laporan Kuliah

- Kerja Magang (Kkm) Pengembangan Sumber Daya Manusia Di Bidang Indihome Sales Consultant (Isc) Dan Teknisi Pasang Baru (Psb) Pada Pt. Telkom Indonesia Tbk.(Jombang).” Stie Pgri Dewantara Jombang, 2021.
- [6] F. Firdaus, F. A. Pradana, And E. Indarto, “Performansi Jaringan Fiber Optik Dari Sentral Office Hingga Ke Pelanggan Di Yogyakarta,” *J. Elektro Dan Telekomun. Terap.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 207–214, 2016, Doi: 10.25124/Jett.V3i1.126.
- [7] H. Nuryanto, *Sejarah Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*. Pt Balai Pustaka (Persero), 2012.
- [8] I. Irwanto, “Perhitungan Radius Gelombang Pada Sistem Pemancar Radio Republik Indonesia Di Provinsi Banten,” *J. Inov. Penelit.*, Vol. 1, No. 12, Pp. 2713–2726, 2021.
- [9] A. N. Bahri, “Dasar-Dasar Broadcasting,” 2019.
- [10] H. Fahmi, “Analisis Qos (Quality Of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik,” *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 98–105, 2018.