

# Teknologi Reconfigurable Intelligence Surfaces (RIS)-sebagai Pendukung Jaringan Komunikasi Generasi ke-Enam (6G)

Agung Mulyo Widodo<sup>1</sup>, Nizirwan Anwar<sup>2</sup> Agus Satriawan<sup>3</sup> Yulhendri<sup>4</sup>  
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul<sup>1,2</sup>  
Jl. Arjuna Utara, Kembangan, Duri Kupa, Jakarta, 11510  
E-mail : agung.mulyo@esaunggul.ac.id<sup>1</sup>, nizirwan.anwar@esaunggul.ac.id<sup>2</sup>,  
agus.satriawan@esaunggul.ac.id<sup>3</sup> yulhendri@esaunggul.ac.id

**Abstract** -- Kerentanan jaringan NOMA diatasi dengan jaringan nonorthogonal multiple access network (NOMA) berbantuan Reconfigurable Intelligence Surface (RIS), yang dapat menyampaikan tanpa menggunakan proses Amplify and Forward (AF), memungkinkan sistem untuk menghemat energi. Fenomena ini ditunjukkan dalam penelitian ini dengan mencari ekspresi terdekat dari probabilitas pemadaman pelanggan dekat dan jauh. Lebih jauh, terbukti bahwa NOMA yang dibantu RIS akan sangat meningkatkan kemungkinan mencapai pemadaman yang lebih kecil dengan mensimulasikan ekspresi terdekat ini. Studi ini juga mencakup informasi tentang kapasitas ergodik pengguna yang berdekatan dan jauh. Dengan menggunakan metode yang paling efektif. Materi ini yang disosialisasikan pada kegiatan pengabdian masyarakat terhadap para kolega peneliti dan praktisi telekomunikasi khususnya komunikasi nirkabel. Dengan harapan agar menarik minat para peneliti dan praktisi pada bidang ini, untuk ikut berpartisipasi dalam penelitian khususnya tentang RIS yang diimplementasikan pada jaringan NOMA.

**Kata Kunci** : RIS, NOMA, Komunikasi nirkabel, Generasi 6G

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Prediksi pada tahun 2027, pengguna komunikasi mobile akan tumbuh menjadi 171,3 juta terabyte per bulan. Terlepas dari dilema COVID-19, yang sebelumnya diperkirakan sebesar 35,5 juta Terabyte per bulan pada tahun 2020. Seperti diketahui media propagasi telah dianggap sebagai entitas yang berperilaku acak antara pemancar dan penerima. Salah satu fenomena yang terjadi pada media propagasi adalah terjadinya penurunan kualitas sinyal yang diterima. Berangkat dari hal ini teknologi komunikasi nirkabel (*wireless communication*) selalu dikembangkan untuk menghasilkan penerimaan sinyal yang relative bebas dari derau (noise) dan gangguan.

Saat ini *Non-Orthogonal Multiple Access (NOMA)* telah menjadi kandidat yang menjanjikan di jaringan nirkabel generasi kelima (5G). NOMA merupakan teknik akses radio yang paling menjanjikan dalam komunikasi nirkabel generasi kelima. Sistem ini yang memungkinkan protokol *amplify-and-forward (AF)* dan *decode-and-forward (DF)*. Gagasan utama NOMA adalah bahwa banyak pengguna dapat dilayani dengan berbagai sumber daya fisik yang sama melalui tingkat daya yang berbeda. Tantangan pada jaringan komunikasi nirkabel (*wireless communication*) 5G adalah semakin aktif menyebarkan node seperti *base station (BS)*, titik akses/ *access point (AP)*, relai, dan distribusi antena/*remote radio heads (RRHs)* untuk memperpendek jarak komunikasi, mencapai peningkatan jangkauan, kapasitas jaringan shg menimbulkan konsumsi energi yang lebih tinggi dan biaya penyebaran/*backhaul*/pemeliharaan, serta masalah interferensi jaringan. Selain itu, tantangan selanjutnya adalah mengemas jauh lebih banyak antena di *BS/AP/relay* untuk memanfaatkan keuntungan *multiple-input-multiple-output (M-MIMO)* yang sangat besar, membutuhkan peningkatan biaya perangkat keras dan energi serta kompleksitas pemrosesan sinyal; bermigrasi ke pita frekuensi yang lebih tinggi seperti frekuensi gelombang

milimeter (mmWave) dan bahkan terahertz (THz) untuk memanfaatkan bandwidth yang besar dan tersedia, sehingga membutuhkan lebih banyak node aktif dan memasang lebih banyak antenna (yaitu, super MIMO) sehingga untuk mengkompensasi kerugian propagasi yang lebih tinggi dari jarak.

Melihat masa depan di luar 5G (B5G) seperti jaringan nirkabel generasi keenam (6G) yang menargetkan pemenuhan persyaratan yang lebih ketat daripada 5G, seperti **kecepatan data dan efisiensi energi yang sangat tinggi, jangkauan dan konektivitas global, serta keandalan yang sangat tinggi dan latensi yang rendah**. Diperkenalkan sebuah teknologi antenna yang bernama *Reconfigurable Intelligence Surfaces (RIS)* / *Intelligent Reflecting Surface (IRS)*, yang merupakan material permukaan elektromagnetik (EM) buatan manusia yang dikontrol secara elektronik dengan elektronik terintegrasi, telah mendapat banyak perhatian karena kemampuan komunikasi nirkabelnya yang unik. Dengan *RIS* dapat dimungkinkan untuk memperluas cakupan, dengan mengontrol karakteristik gelombang radio (hamburan, pemantulan, dan pembiasan) untuk menghilangkan efek negatif dari propagasi nirkabel alami oleh operator jaringan *RIS* tidak memerlukan sumber energi eksternal dan dapat membentuk sinyal nirkabel dengan pemrograman perangkat lunak sehingga sangat berguna dalam hal efektivitas biaya dan penggunaan energi. Hal ini memotivasi kami untuk melakukan penelitian terhadap teknologi *RIS* ini, sekaligus mensosialisasikan teknologi ini dikalangan kolega peneliti dan praktisi bidang telekomunikasi. Dengan perkembangan teknologi *RIS* ini, maka dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat dengan tujuan memperkenalkan teknologi ini dikalangan para peneliti dan praktisi di bidang telekomunikasi khususnya komunikasi nirkabel yang tergabung dalam organisasi Persatuan Insinyur Indonesia (PII).

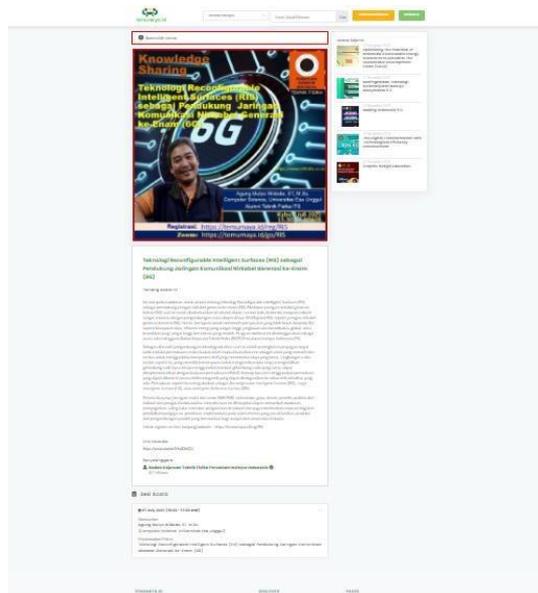
Makalah ini disusun sebagai berikut. Bagian 1 menjelaskan tentang NOMA, *RIS*, motivasi dan tujuan penelitian ini. Bagian 2 menjelaskan bagaimana metode yang digunakan dalam makalah ini. Bagian 3 menjelaskan hasil dari laporan kegiatan yang telah dilakukan. Bagian 4 berisi tentang kesimpulan dari kegiatan yang dilakukan.

## II. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berbentuk penyuluhan mengenai penerapan teknologi *RIS* pada jaringan komunikasi nirkabel yang menggunakan NOMA yang digunakan pada teknologi 5G agar dapat dikembangkan menjadi teknologi 6G.

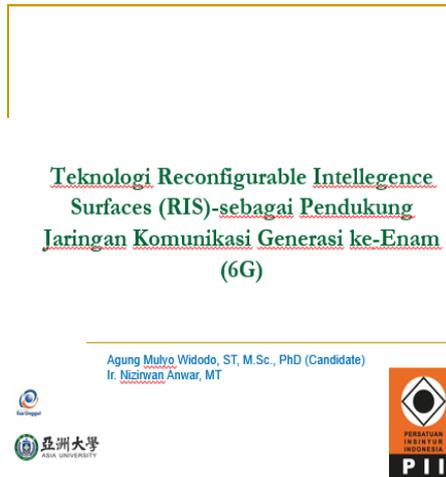
Melalui metode pemaparan yang praktis melalui penjelasan secara detail tentang NOMA dan *RIS* dan bagaimana peningkatan performansi baik, probabilitas coverage, capacity dan aspek-aspek lain yang diakibatkan oleh implementasi *RIS* pada jaringan NOMA. Adapun tahapan yang dilalui terdiri dari :

- a. Analisis kebutuhan adalah untuk memahami berbagai kualitas, seperti kreativitas, pembelajaran, dan gadget pendukung (teknologi informasi), untuk memfasilitasi proses penyuluhan dan sosialisasi. Sebagai wujudnya dibuatkan flyer yang disediakan oleh penyelenggara yakni Badan Kontak Teknik Fisika- Persatuan Insinyur Indonesia (PII) melalui kegiatan webinar dengan platform yang digunakan adalah Temumaya dengan alamat tautan : <https://temumaya.id/webinar/detail/RIS>



Gambar 1. Flyer kegiatan knowledge sharing

- b. Perencanaan mencakup penyusunan materi Berbagi Pengetahuan dan Prosedur Kerja untuk membantu kegiatan penyuluhan dan sosialisasi.
- c. Pengembangan modul, penyuluhan, dan tutorial merupakan bagian dari proses implementasi.

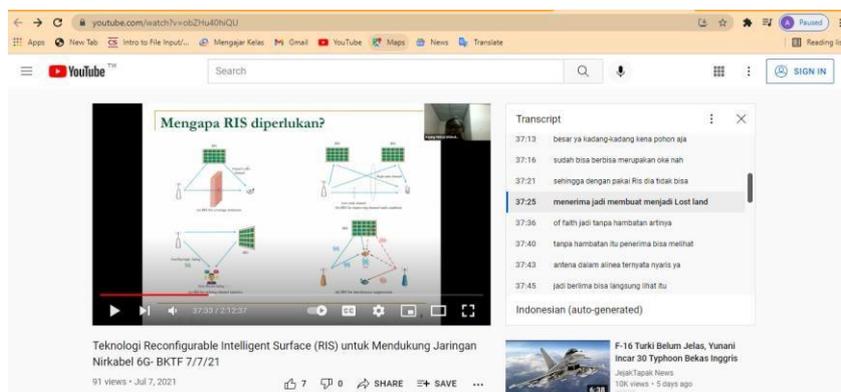


Gambar 2. Halaman judul Modul

Evaluasi dan refleksi merupakan kegiatan Tim Pengabdian kepada Masyarakat yang menitikberatkan pada hasil penyuluhan dan sosialisasi. Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini akan dilaksanakan di laboratorium komputer, kampus Universitas Esa Unggul, yang beralamat di Jl. Arjuna Utara No. 9, Kelurahan Duri Kupa, Kecamatan Kebon Jeruk, Kota Jakarta Barat pada hari Kamis tanggal, 9 Juli 2020 pukul 13.00-16.00 bbwi, melalui daring ke para peneliti dan praktisi yang tergabung dalam Persatuan Insinyur Indonesia (PII).

### III. HASIL KEGIATAN

Kegiatan pemaparan dan sosialisasi materi *knowledge sharing* secara daring (*online*) pada hari Rabu, 07 Juli 2021 dengan diikuti 329 (tiga ratus dua puluh sembilan) partisipan dari seluruh anggota PII baik yang berada di Indonesia maupun di luar negeri. Rekaman dari acara ini dapat disaksikan pada tautan berikut : <https://www.youtube.com/watch?v=obZHu40hiQU>. Berikut ini adalah cuplikan dari salah satu dari rekaman acaranya.



Gambar 3. Cuplikan dari presentasi

Kegiatan pemaparan dibagi menjadi tiga sesi, yaitu :pembukaan, sesi penjelasan tentang keselamatan kerja,

sesi ini tentang penjelasan penggunaan teknologi RIS pada jaringan komunikasi nirkabel NOMA sebagai pendukung teknologi komunikasi 6G, selanjutnya sesi diskusi dan tanya jawab serta penutupan. Setelah pemaparan dilanjutkan dengan kegiatan diskusi. Tentang sesi Tanya jawab bisa disaksikan pada tautan yang diberikan diatas, <https://www.youtube.com/watch?v=obZHu40hiQU>.

Kemudian setelah diberikan polling yang mencerminkan respon terhadap kegiatan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut. (dengan 250 orang responden).

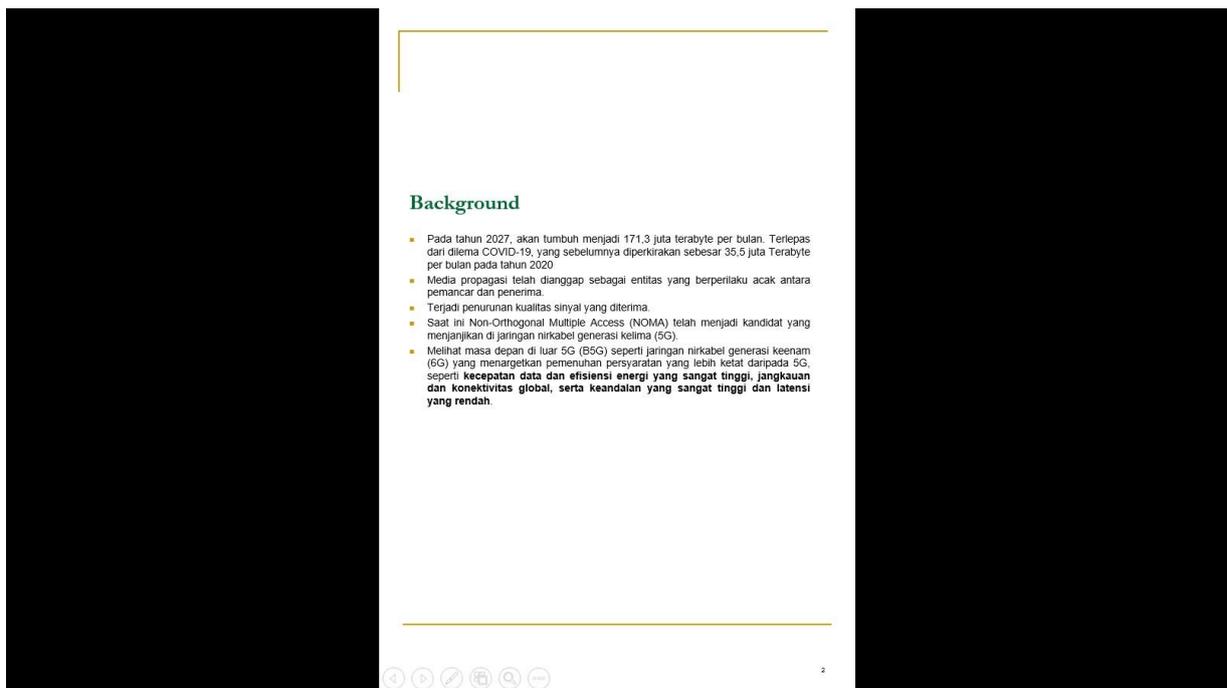
Tabel 1. Hasil polling

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah secara keseluruhan acara ini bermanfaat bagi Bapak/Ibu?	Tidak bermanfaat : -
		Cukup bermanfaat : -
		Bermanfaat : 46
		Sangat bermanfaat : 204
2	Apakah Bapak/Ibu antusias mengikuti acara ini?	Tidak antusias : -
		Cukup antusias : -
		Antusias : 60
		Sangat Antusias : 190
3	Apakah yang Bapak/Ibu harapkan dari acara ini sudah tercapai?	Tidak tercapai : -
		Cukup tercapai : 5
		Tercapai : 55
		Sangat Tercapai : 180
4	Jika ada acara seperti ini lagi, apakah Bapak/Ibu tertarik untuk mengikuti acara seperti ini lagi?	Ya : 250
		Tidak : -
5	Menurut Bapak/Ibu, apakah penyampaian materi disampaikan dengan baik?	Tidak baik : -
		Cukup baik : 9
		Baik : 6
		Sangat baik : 235

Berdasarkan hasil polling di atas diperoleh bahwa materi kegiatan ini sangat menarik untuk dilanjutkan, hal ini terlihat dengan 190 responden yang setuju untuk mengikuti acara seperti ini dan tidak ada peserta yang tidak antusias mengikuti acara ini. Sedangkan harapan peserta untuk mendapatkan *sharing knowledge* dari kegiatan ini tidak ada peserta yang merasa belum tercapai harapannya. Untuk itu dari tim penyaji diharapkan dapat diselenggarakan kembali acara serupa di kemudian hari.



Gambar 4. Dokumentasi Slide Presentasi



Gambar 5. Dokumentasi Slide Presentasi

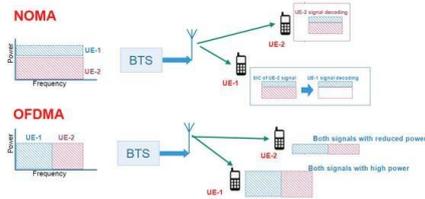
### What is NOMA ?

- Teknik akses radio yang paling menjanjikan dalam komunikasi nirkabel generasi kelima.
- Sistem yang memungkinkan protokol *amplify-and-forward (AF)* dan *decode-and-forward (DF)*.
- Gagasan utama NOMA adalah bahwa banyak pengguna dapat dilayani dengan berbagi sumber daya fisik yang sama melalui tingkat daya yang berbeda.

3

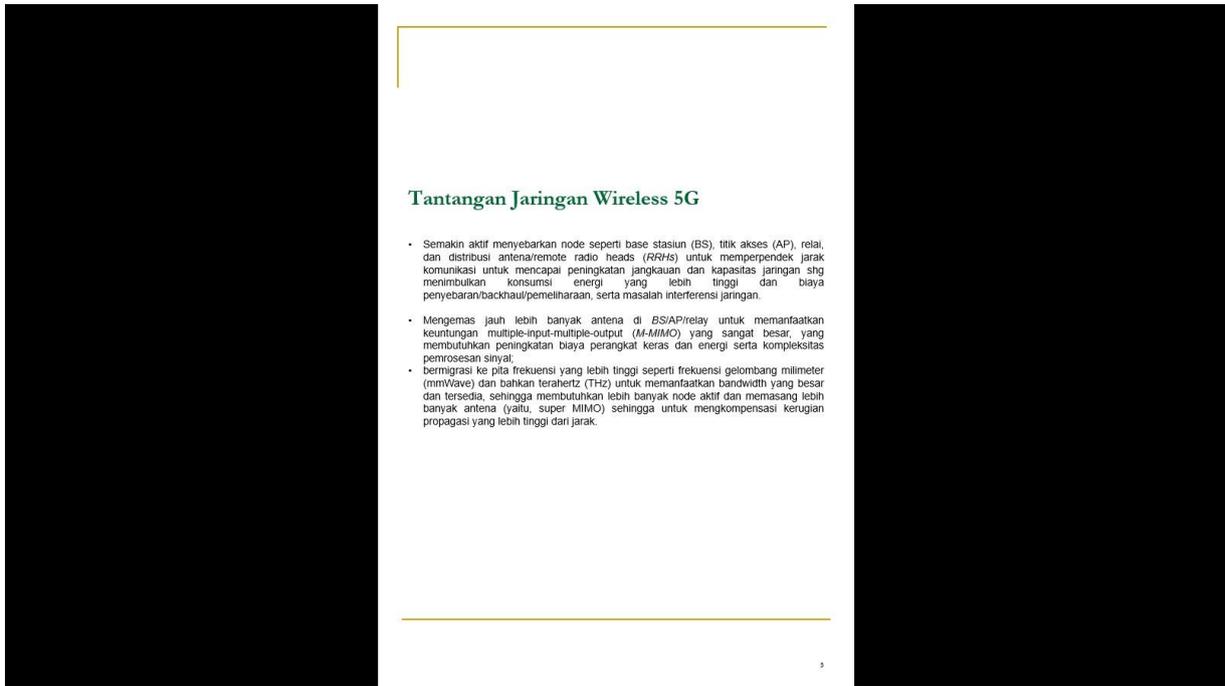
Gambar 6. Dokumentasi Slide Presentasi

### Perbedaan antara NOMA (5G) dan OMA/OFDMA (4G)

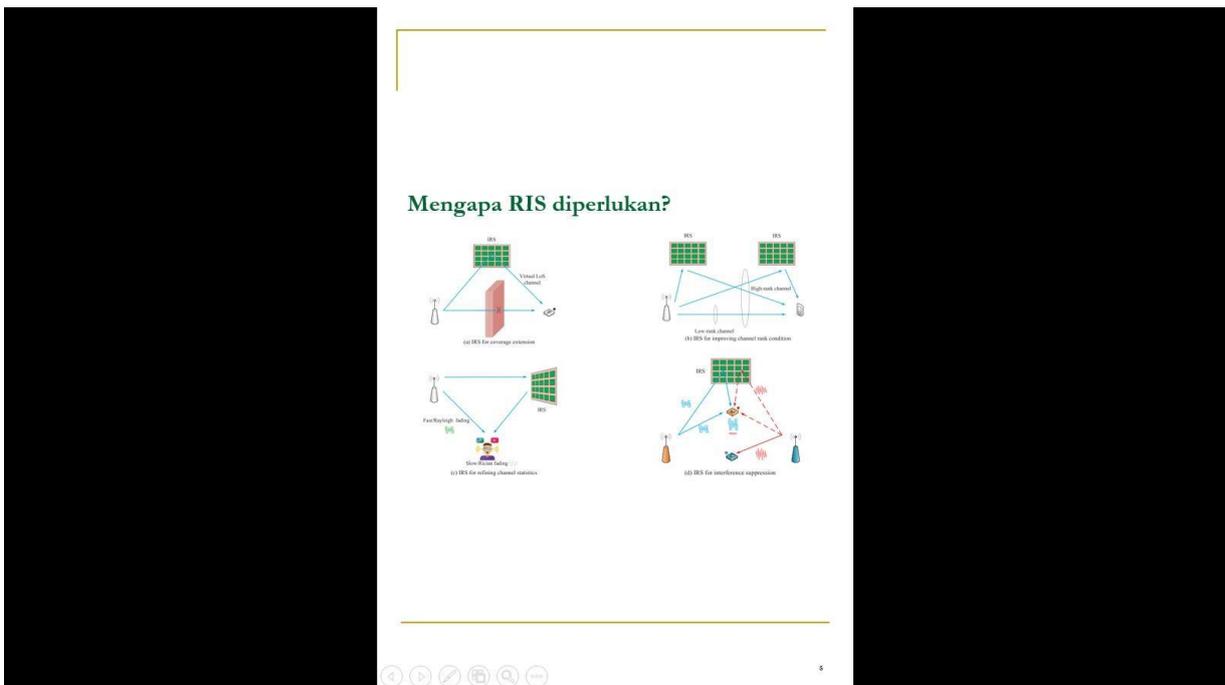


4

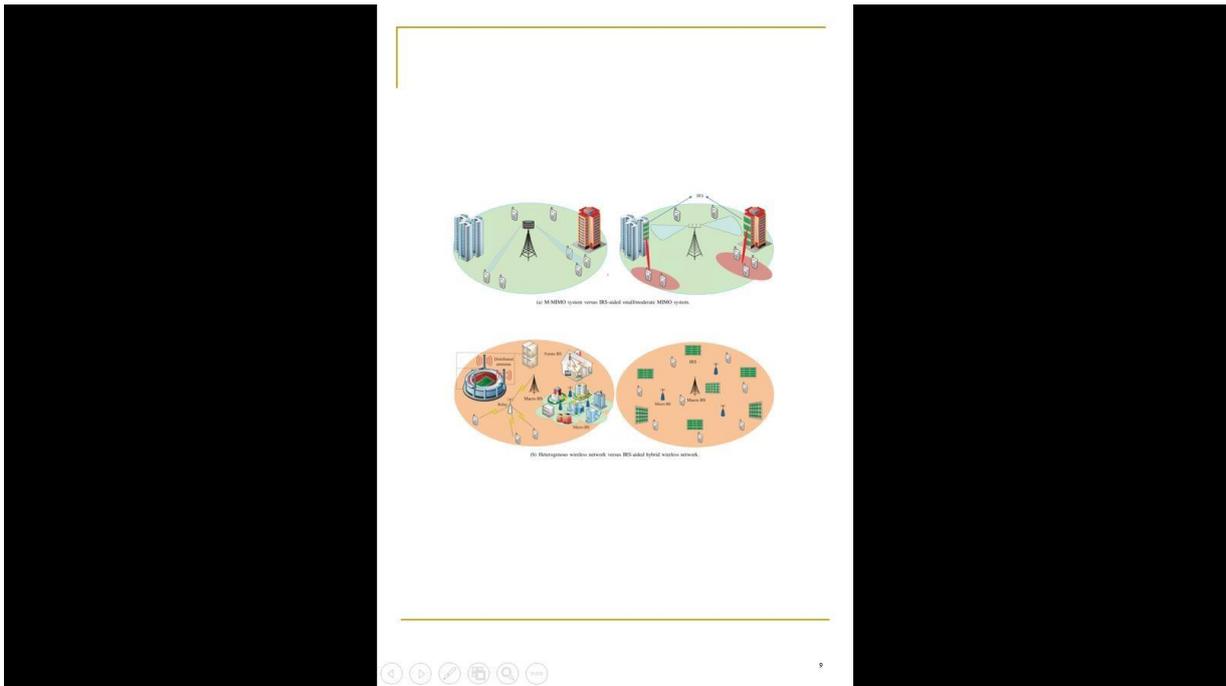
Gambar 7. Dokumentasi Slide Presentasi



Gambar 8. Dokumentasi Slide Presentasi



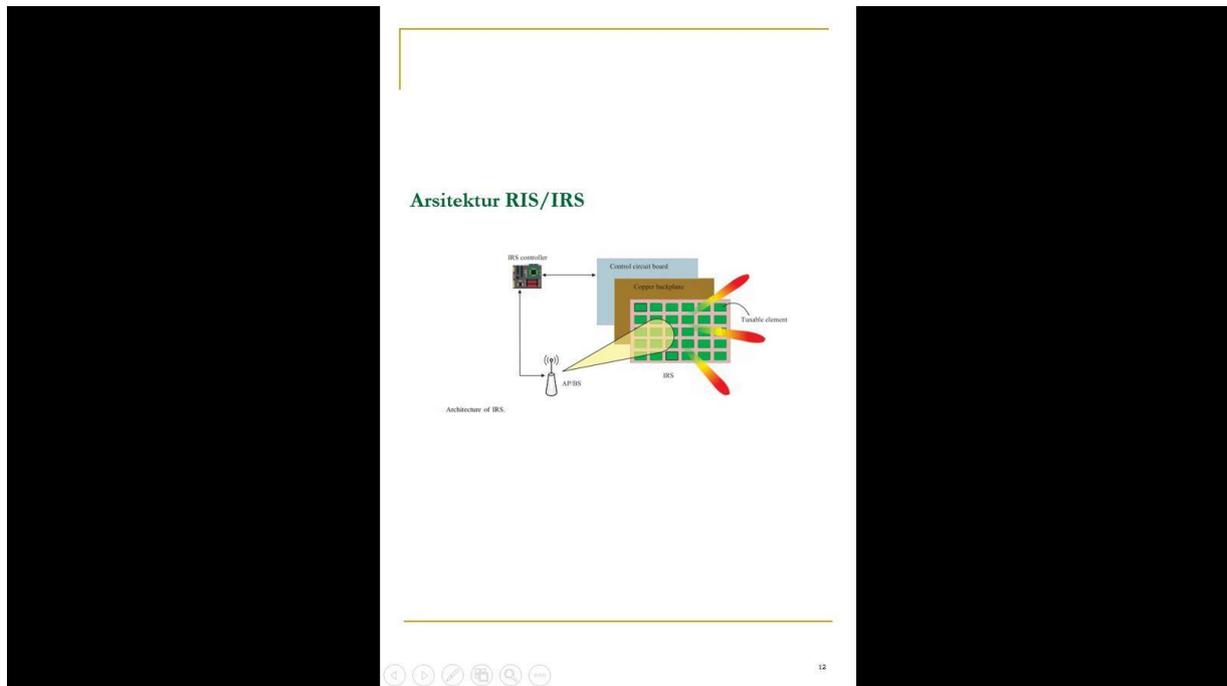
Gambar 9. Dokumentasi Slide Presentasi



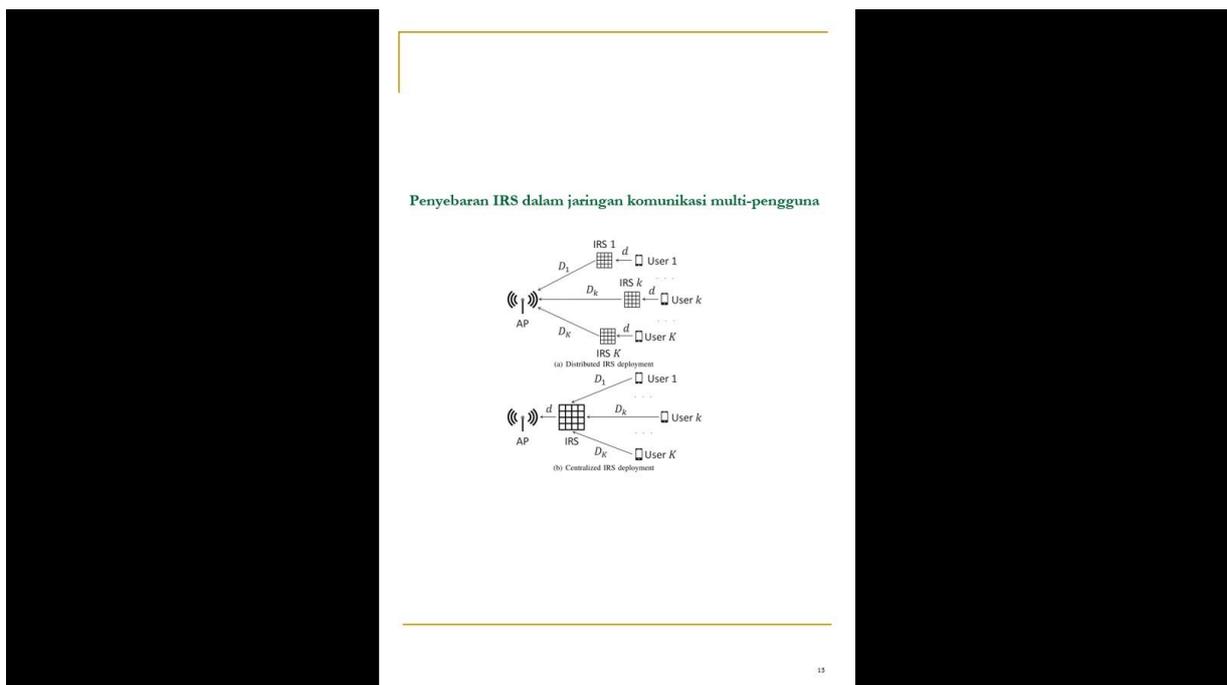
Gambar 10. Dokumentasi Slide Presentasi



Gambar 11. Dokumentasi Slide Presentasi



Gambar 12. Dokumentasi Slide Presentasi



Gambar 13. Dokumentasi Slide Presentasi



Gambar 14. Dokumentasi Slide Presentasi

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Partisipan sangat tertarik dengan kegiatan sosialisasi terbukti dengan banyaknya pertanyaan dan respon yang muncul. Pada pemaparan telah diberikan sebuah contoh hasil studi yang menggunakan distribusi Gamma yang tidak lengkap dan distribusi Gamma dengan informasi statistik saluran (CSI) dan asumsi melalui saluran fading Nakagami- $m$  untuk mendapatkan pendekatan ekspresi dari kemungkinan coverage (Outage Probability) untuk jaringan kooperatif komunikasi nirkabel NOMA yangmana RIS diterapkan untuk *arbitrary shift phase*. Sebaliknya dipertimbangkan asumsi Rayleigh untuk *channel error*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa RIS-aided NOMA memiliki outage probability yang lebih rendah daripada NOMA konvensional. Selain itu, lokasi optimal untuk pengguna yang berperan sebagai peng-relay di jaringan NOMA berbantuan RIS dan NOMA konvensional harus dekat dengan BS.

#### DAFTAR PUSTAKA

M. Jung, W. Saad, M. Debbah, and C. S. Hong, "On the optimality of reconfigurable intelligent surfaces (RISs): Passive beamforming, modulation, and resource allocation," arXiv preprint arXiv:1910.00968, 2019.

E. Basar, M. Di Renzo, J. De Rosny, M. Debbah, M.-S. Alouini, and R. Zhang, "Wireless communications through reconfigurable intelligent surfaces," IEEE Access, vol. 7, pp. 116753-116773, 2019.

Wankai Tang, Jun Yan Dai, Ming Zheng Chen, Kai-Kit Wong, Xiao Li, Xinsheng Zhao, Shi Jin, Qiang Cheng, and Tie Jun Cui," MIMO Transmission through Reconfigurable Intelligent Surface: System Design, Analysis, and Implementation" IEEE SPAWC 2020 1912.09955v2, 5 Jul 2020.

Wankai Tang, Jun Yan Dai, Mingzheng Chen, Xiang Li, Qiang Cheng, Shi Jin✉, Kai-Kit Wong and Tie Jun Cui," Programmable metasurface-based RF chain-free 8PSK wireless transmitter", Electronics Letters 4th Vol. 55 No. 7 Pp. 417–420, April 2019.

Q. Wu and R. Zhang, "Intelligent reflecting surface enhanced wireless network via joint active and passive beamforming," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 18, no. 11, pp. 5394-5409, 2019.

A. Hemanth, K. Umamaheswari, A. C. Pogaku, D.-T. Do, and B. M. Lee, "Outage Performance Analysis of Reconfigurable Intelligent Surfaces-Aided NOMA under Presence of Hardware Impairment," *IEEE Access*, 2020.

Z. Ding et al., "Application of non-orthogonal multiple access in LTE and 5G networks," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 55, no. 2, pp. 185–191, Feb. 2017

Z. Ding, P. Fan, and H. V. Poor, "Impact of user pairing on 5G nonorthogonal multiple-access downlink transmissions," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 65, no. 8, pp. 6010–6023, Aug. 2016

Ding, Z.; Peng, M.; Poor, H.V. Cooperative non-orthogonal multiple access in 5G systems. *IEEE Commun. Lett.* 2015, 19, 1462–1465.

Liu, Y.; Ding, Z.; ElKashlan, M.; Poor, H.V. Cooperative non-orthogonal multiple access with simultaneous wireless information and power transfer. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 2016, 34, 938–953.

Zhang, Z.; Ma, Z.; Xiao, M.; Ding, Z.; Fan, P. Full-duplex device-to-device-aided cooperative nonorthogonal multiple access. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2017, 66, 4467–4471.

Do, N.T.; Da Costa, D.B.; Duong, T.Q.; An, B. A BNBF user selection scheme for NOMA-based cooperative relaying systems with SWIPT. *IEEE Commun. Lett.* 2017, 21, 664–667.

Do, T.N.; da Costa, D.B.; Duong, T.Q.; An, B. Improving the performance of cell-edge users in MISO-NOMA systems using TAS and SWIPT-based cooperative transmissions. *IEEE Trans. Green Commun. Netw.* 2018, 2, 49–62.

Xianli Gong, Xinwei Yue, and Feng Liu., " Performance Analysis of Cooperative NOMA Networks with Imperfect CSI over Nakagami-m Fading Channels," *Sensors* 2020, 20, 424.

Gradshteyn, I.S.; Ryzhik, I.M. *Table of Integrals, Series and Products*, 6th ed.; Academic Press: New York, NY, USA, 2000