

Pemodelan Propagasi Green-Relay Wireless

Lidemar Halide¹⁾ dan Sirmayanti Sirmayanti¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Email: lidemarh@yahoo.com

Email: sirmayanti.sirmayanti@poliupg.ac.id

Abstrak

Transmisi dual-hop merupakan sistem propagasi signal dari transmitter (Tx) ke receiver (Rx) melalui sebuah station relay. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan efektivitas pemodelan end-to-end signal-to-noise-ratio (SNR) pada transmisi dual-hop. Pemodelan propagasi difokuskan pada performansi di station relay dan merupakan unsur kunci tercapainya performansi kerjasama komunikasi yang baik antarrelay dengan Tx-Rx, dan dikenal dengan relay wireless co-operative. Penelitian ini telah memodifikasi metode relay wireless co-operative dengan model mixed-multipath fading channel. Pemodelan dilakukan dengan membuat simulasi karakteristik kombinasi multipath fading channel baik dari Tx ke relay dan relay ke Rx dengan dua model multipath fading channel: distribusi Reyleigh dan distribusi Rician. Skenario persyaratan line of sight (LOS) diperlukan dalam perancangan pemodelan end-to-end SNR ini. Sistem co-oprative relay lebih mengoptimalkan fungsi dan jumlah pemakaian terminal Tx dan Rx sebagaimana dalam konsep green-wireless.

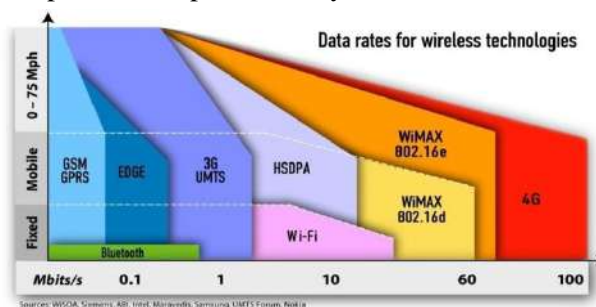
Kata kunci : green-relay, dual-hop, wireless, SNR, fixed-gain.

PENDAHULUAN

Propagasi gelombang radio melalui kanal wireless merupakan suatu fenomena yang cukup komplis dengan segala variasi efek yang diakibatkan seperti *multipath* dan *shadowing*. Efek *multipath* sering dijumpai pada lingkungan geografi yang padat dengan gedung tinggi, pegunungan, pepohonan, dan sebagainya. Sedangkan efek *shadowing* banyak disebabkan oleh jarak transmisi yang jauh dan senantiasa memerlukan banyak repeater. Kedua efek ini merupakan jenis *fading* dan banyak menimbulkan masalah propagasi seperti *delay spread*, *limited band*, dan interferensi. Sementara itu tingginya *demand data rate* bagi aplikasi wireless hingga ratusan Mbps menuntut adanya solusi untuk mengurangi besarnya biaya pembangunan infrastruktur pendukungnya.

Saat ini dikembangkan sistem relay wireless *cooperative* sebagai bentuk perancangan baru penyediaan *high demand data rate* bagi aplikasi *multimedia*, Gambar 1. Dalam wireless *cooperative*, sistem infrastruktur Tx dan Rx dapat dimulti-fungsikan sebagai relay (repeater) tanpa mengganggu sistem komunikasi yang sedang berlangsung pada kedua terminal ini. Dengan demikian, operator tidak memerlukan lagi banyak pembangunan-pembangunan relay khusus dalam jarak tertentu. Konsep *green-relay wireless* dititikberatkan pada pengurangan jumlah *transceiver station* [1]. Penggunaan

transceiver station yang banyak tentu berpengaruh pada penggunaan sumber daya listrik dan penguatan daya yang banyak, dimana diketahui bahwa 70% seluruh penggunaan power berada pada *transceiver station* tersebut terutama pada penggunaan di unit power amplifier dan upconverternya [2].

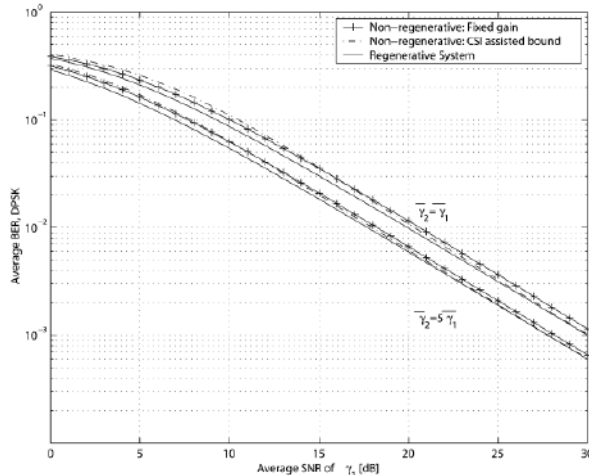


Gambar 1. Perkembangan data rate untuk teknologi wireless.

Penelitian ini didasarkan pada ide penggabungan dua model *multipath fading channel*; distribusi *Rayleigh* dan *Rician*, dan diperoleh *signal to noise ratio* (SNR), sebagaimana penelitian sebelumnya dilakukan oleh [3, 4, dan 5]. *Mixed-multipath fading channel* bisa terjadi jika terdapat area propagasi LOS sehingga harus menggunakan salah satu model *multipath fading channel* tersebut di atas dan bahkan diperlukan penggabungan keduanya untuk mendapatkan *error* yang seminimal mungkin oleh karena adanya *fading*.

KAJIAN LITERATUR

Transmisi *dual-hop* model Amplify-and-Forward (AF) melalui *fixed-gain relay* memiliki performansi *average BER* yang lebih baik dari kompleksitasnya yang banyak sehingga dapat meminimalkan *loss* dalam sistem tersebut [6]. *Fixed-gain relay* mempengaruhi besaran *average power fading* yang dibutuhkan sehingga saat amplitud fading ditingkatkan menjadi 5 kali dari amplitud fading awalnya, karakteristik *average BER* semakin baik. Sebagaimana pada Gambar 2, [7] juga mempertajam hasil penelitiannya bahwa bukan hanya *average BER range*-nya yang menurun namun performansi *loss* juga menjadi minimal. Hal ini menunjukkan bahwa *fixed-gain* memberikan peluang untuk menambah gain terutama pada metode AF, karena pada prinsipnya relay AF memberikan penguatan (amplify) terhadap *transmitted-signal* menuju ke penerima.

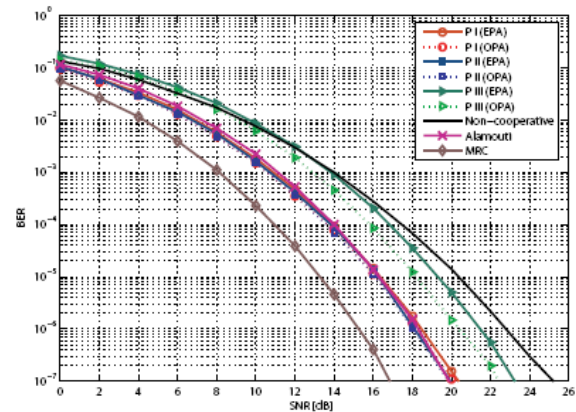


Gambar 2. Average BER terhadap variasi metode relay [6].

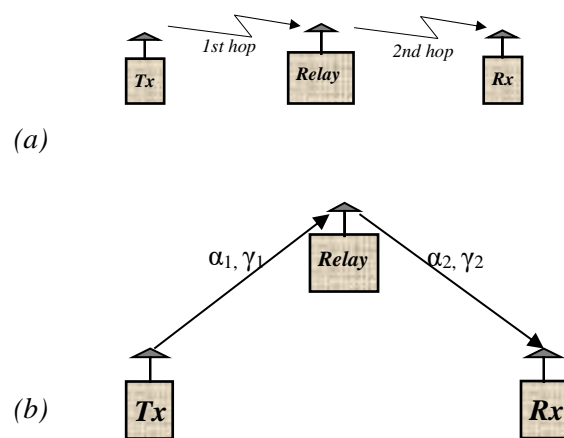
Co-operative diversity melalui *log-normal fading channel* oleh [8], menghasilkan performansi *channel model* pada lingkungan *indoor wireless*. *Single-relay co-operative relay* yakni AF dikembangkan dalam tiga *co-operation protocol time division multiple access* (TDMA) yakni MIMO – protokol I, *single-input-multi-output* (SIMO) – protokol II dan *multi-input-single-output* (MISO) – protokol III. Hasil yang dicapai, terlihat pada Gambar 3, menunjukkan bahwa implementasi MIMO dan SIMO melalui *single relay* lebih dapat menyediakan performansi yang cocok bagi *maximum-ratoin combining* (MRC) pada *diversity system* dengan memasang dua antena

pada *relay* sehingga sifat *multi-function* terminal user dapat digunakan dengan tepat.

Konsep *dual-hop* transmisi direalisasikan berdasarkan konsep *relay co-operative* antara terminal *Tx* dan *Rx* telah diteliti pula oleh [4]. Sebuah channel informasi terlebih dahulu terkirim dari terminal pengirim menuju terminal relay (1st hop) sebelum tiba pada terminal penerima (2nd hop).



Gambar 3. Perbandingan performansi bagi Protokol I, II, dan III oleh [8].



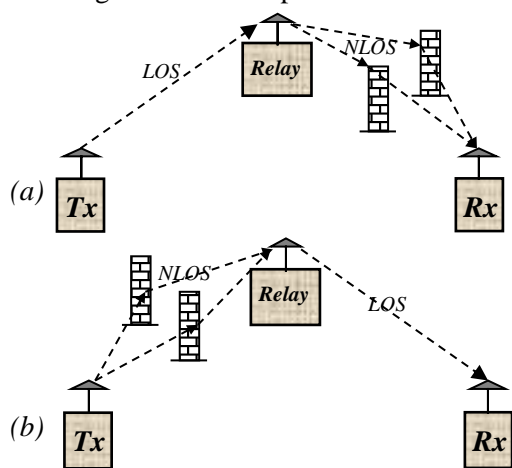
Gambar 4. Konsep dasar sistem co-operative relay oleh [4] (a) dual-hop transmisi (b) Link AF-Relay dengan fixed-gain.

Gambar 4(a) menunjukkan konfigurasi network tiga-node terdiri atas *Tx*, Relay, dan *Rx*. Link pertama (*Tx* – Relay) dan link kedua (Relay – *Rx*) disebut sebagai link relay. Jika terminal pengirim tidak memiliki hubungan langsung ke terminal penerima maka signal informasi dari pengirim tidak dapat langsung dikirimkan ke penerima. Oleh karena itu, terminal pengirim dapat meneruskan informasi data tersebut melalui relay sebelum diteruskan ke penerima. Sedangkan, Gambar 4(b) menunjukkan proses

pengiriman bit-channel informasi dari T_x menuju relay melalui konsep AF dengan menggunakan fixed-gain G yang menetapkan nilai gain tetap sehingga menghasilkan variable instantaneous power signal yang bervariasi pada terminal relay [9]. Parameter α dan γ menunjukkan amplitude fading dan SNR pada masing-masing hop.

METODE PENELITIAN

Gambar berikut menunjukkan dua skenario yang akan digunakan dalam pemodelan ini.



Gambar 5. Skenario sistem pemodelan (a) LOS pada T_x - Relay dengan distribusi Rician dan NLOS pada Relay - R_x dengan distribusi Rayleigh (b) NLOS pada T_x - Relay dengan distribusi Rayleigh dan LOS pada Relay - R_x dengan distribusi Rician.

Gambar 5(a) dan 5(b) menunjukkan skenario pemodelan yang akan dianalisis dengan asumsi terdapatnya perbedaan channel fading model yang digunakan baik antara hop pertama dan hop kedua. Dalam hal ini bahwa jika terdapat line of sight (LOS) antara terminal pemancar dan penerima maka distribusi Rician akan digunakan, sebaliknya jika terdapat non-LOS (NLOS) pada kedua sisi terminal tersebut, maka distribusi Rayleigh akan digunakan.

Selama proses transmisi signal pada T_x ke R_x , fading dapat mempengaruhi level signal penerimaan pada R_x , signal tersebut akan termodulasi dengan amplitude fading α dan $p_\alpha(\alpha)$ yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pada saat propagasi berlangsung [10]. Signal tersebut kemudian ditambahkan dengan *additive white Gaussian noise* (AWGN) dimana diasumsikan menjadi statically independent terhadap amplitude fading α .

Dalam penelitian ini, pemodelan karakteristik distribusi Rayleigh dan distribusi Rician dijadikan dasar performansi untuk

menentukan probability density function bagi link AF-Relay dengan *fixed-gain*. Instrumen yang digunakan untuk menunjang penelitian ini yaitu PC dengan perangkat lunak program Matlab. Berikut ini langkah-langkah dalam melaksanakan simulasi dalam menentukan analisis performansi relay wireless *co-operative* bagi link AF-Relay.

Berikut ini uraian kerja pembuatan simulasi link AF-Relay dan selengkapnya terlihat diagram alir flowchart pada Gambar 6.

Memberikan variabel pada masing-masing parameter distribusi Rayleigh berupa input bit pada transmitted-signal, penetapan SNR pada 1st hop dan 2nd hop serta input fading amplitude α . Membuat list program untuk bahasa pemrograman Matlab untuk mem-plot karakteristik PDF *amplitude channel fading* dan PDF *instantaneous SNR* pada distribusi Rayleigh.

Memberikan variabel pada masing-masing parameter distribusi Rician berupa input bit pada transmitted-signal, penetapan SNR pada 1st hop dan 2nd hop serta input fading amplitude α . Dalam proses penginputan ini, variasi K-factor dapat ditambahkan.

Membuat list program untuk bahasa pemrograman Matlab untuk mem-plot karakteristik PDF *amplitude channel fading* dan PDF *instantaneous SNR* pada distribusi Rician.

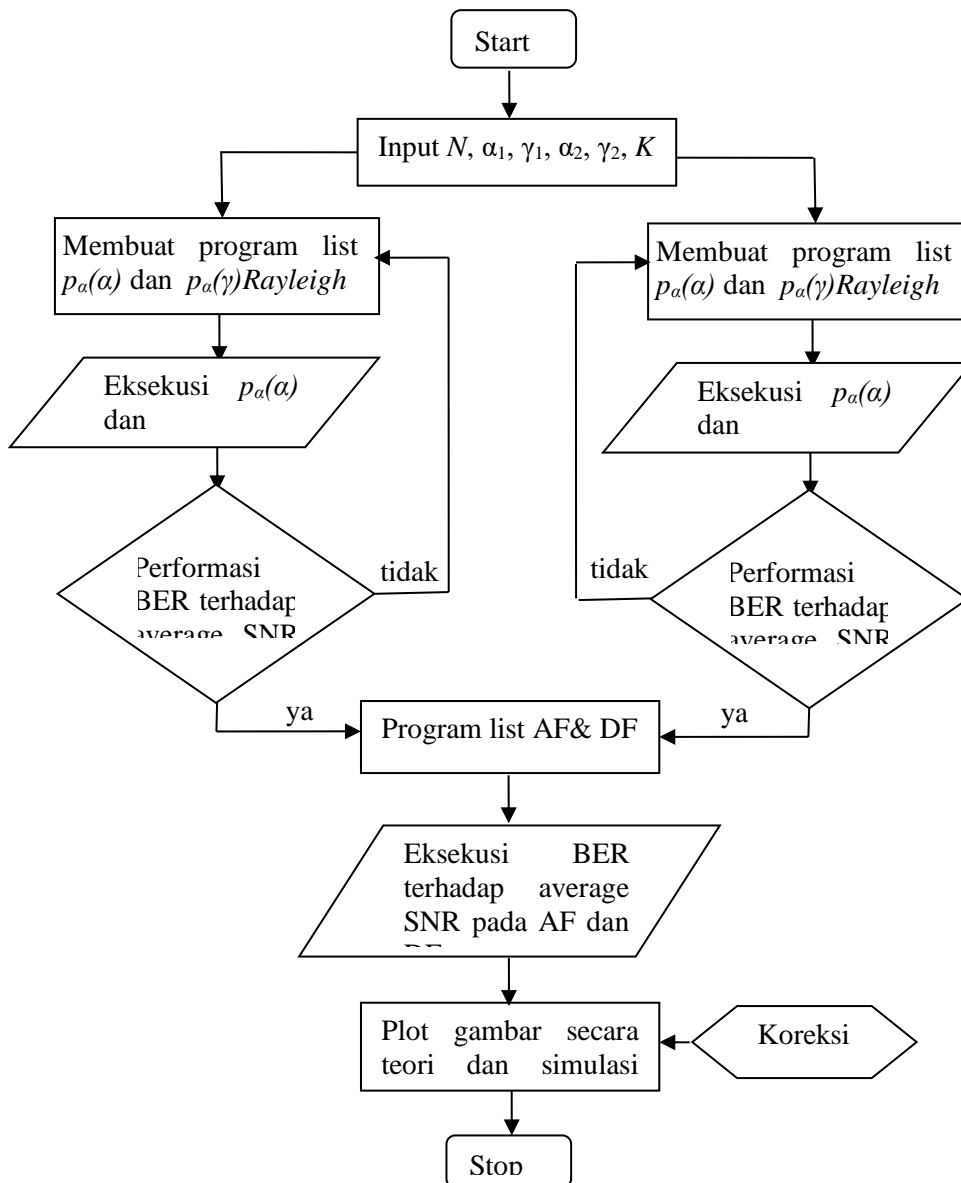
Melakukan analisis performansi relay wireless *co-operative* dengan metode AF menggunakan modulasi BPSK, dan membuat list program perbandingan performansi BER baik secara teori maupun simulasi desain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, memperoleh PDF instantaneous SNR pada masing-masing hop ditentukan dengan $\gamma = \alpha^2 \frac{\epsilon_i}{N_o}$. Selanjutnya, rata-rata SNR per symbol ditentukan pula dengan $\bar{\gamma} = \Omega \frac{\epsilon_i}{N_o}$, dimana masing-masing $\Omega = \overline{\alpha^2}$ merupakan nilai mean-square and ϵ_i merupakan energy per symbol pada tiap hop ($i = 1, 2$). Sehingga dengan demikian diperoleh bahwa PDF $p_\gamma(\gamma)$ dapat diekspresikan dalam persamaan [10, Eq. (2.3)]

$$p_\gamma(\gamma) = \frac{p_\alpha\left(\sqrt{\frac{\Omega\gamma}{\bar{\gamma}}}\right)}{2\sqrt{\frac{\gamma\bar{\gamma}}{\Omega}}} \quad (1)$$

Dalam hal ini, telah disebutkan sebelumnya bahwa pada masing-masing fading channel perolehan PDF ditentukan melalui $p_\alpha(\alpha)$ yaitu PDF pada fading amplitude α dan $p_\gamma(\gamma)$ yaitu PDF pada instantaneous SNR per symbol.



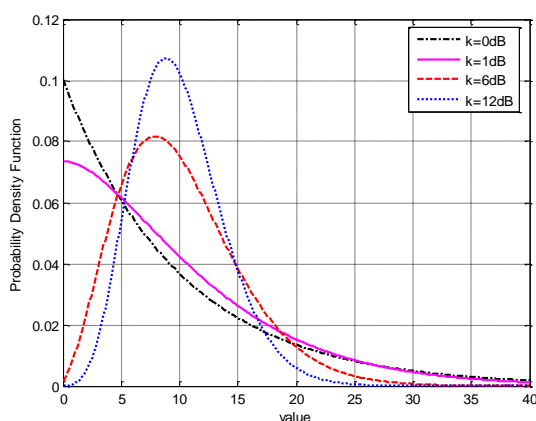
Gambar 6. Flowchart simulasi Matlab untuk link AF-Relay.

Distribusi *Rayleigh* lebih umum digunakan untuk model propagasi multipath fading dimana tidak terdapatnya hubungan langsung LOS antara pemancar dan penerima. PDF pada amplitudo channel fading α dapat ditentukan dengan [10, Eq.(2.6)]. Lebih lanjut lagi, dengan menggunakan analisa dari [10, Eq. (2.3)], maka PDF $p_r(\gamma)$ dapat diperoleh. Pada distribusi *Rician*, model ini lebih sering digunakan pada model propagasi yang terdiri atas kondisi LOS yang kuat pada link pengirim dan penerima. Model ini lebih dikenal dengan Nakagami- n model [10].

Distribusi *Rician* dapat didefinisikan sebagai *Rician* faktor- K yaitu ratio antara level daya pada bagian LOS terhadap level daya scattered pada bagian indirect.

Pada [9], dijelaskan bahwa K biasanya diekspresikan dalam bentuk *decibel* (dB). Umumnya variable nilai faktor- K baik pada area indoor maupun outdoor normalnya berada antara 0 hingga 12 dB. Jika K (dB) = $-\infty$, hal ini mengarah pada karakteristik distribusi *Rayleigh*. Sedangkan saat $K = \infty$, model ini disebut channel AWGN (tidak berfading).

Beragam nilai faktor- K untuk PDF distribusi *Rician* melalui instantaneous SNR per symbol pada channel diperlihatkan pada Gambar 7 [4 dan 5]. *Rician* faktor- K divariasikan dari 0 dB, 1 dB, 6 dB dan 12 dB. Dapat dilihat pada gambar bahwa pada saat $K = 0$ ($-\infty$ dB), grafik menunjukkan pada karakteristik distribusi *Rayleigh*.



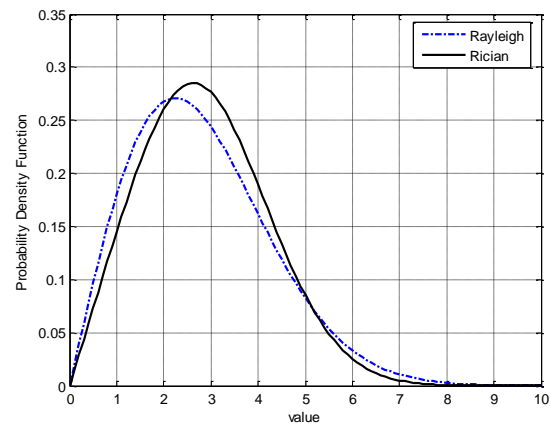
Gambar 7. PDF distribusi Rician dengan variasi faktor- K [4].

PDF pada amplitudo fading α dapat dituliskan dengan persamaan [10, Eq. (2.15)]:

$$p_\alpha(\alpha) = \frac{2(1+n^2)e^{-n^2}\alpha}{\Omega} \exp\left[-\frac{(1+n^2)\alpha^2}{\Omega}\right] I_0\left[2n\alpha\sqrt{\frac{(1+n^2)}{\Omega}}\right] \quad (2)$$

dimana $I_0(\cdot)$ adalah zeroth-order modifikasi dari fungsi Bessel, sedangkan n merupakan parameter fading pada Nakagami- n dengan nilai antara 0 hingga ∞ yang mana berhubungan dengan Rician K -factor yaitu $K = n^2$.

Gambar 8 berikut menggambarkan plotting PDF pada distribusi *Rayleigh* dan *Rician* dengan amplitudo fading α . *Rician* faktor- K pada simulasi ini diatur pada nilai 1 dB [5].

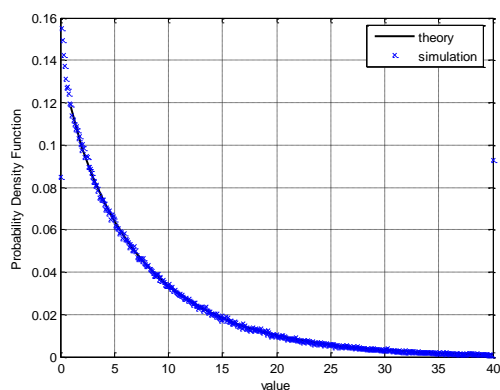


Gambar 8. PDF pada distribusi *Rayleigh* dan *Rician* dengan channel amplitudo fading [5].

Dengan mengasumsikan bahwa T_x mengirimkan signal $s(t)$ selama time slot pertama dengan rata-rata power ε_i , dimana $i = 1, 2$ adalah per hop SNR menuju R_x melalui terminal relay. Dalam hal ini, $T_x - \text{Relay}$ sebagai hop pertama dan $\text{Relay} - R_x$ sebagai hop kedua. Selanjutnya, relay memberikan penguatan dengan menambahkan fixed gain G , sebagaimana dijelaskan pada [4] bahwa nilai nilai gain G diperoleh sebagai nilai ekuivalen SNR γ_{eq} antara link $T_x - \text{Relay}$ dan $\text{Relay} - R_x$. Dengan demikian, end-to-end SNR pada masing-masing hop γ_1 dan γ_2 dapat didistribusikan secara eksponensial dengan masing-masing parameter $\bar{\gamma}_1 = \Omega_1 \frac{\varepsilon_1}{N_{o1}}$ dan $\bar{\gamma}_2 = \Omega_2 \frac{\varepsilon_2}{N_{o2}}$, dimana $\Omega_i = \bar{\alpha}_i^{-2}$ ($i = 1, 2$ adalah nilai rata-rata daya fading pada i th hop). SNR instantaneous end-to-end pada terminal R_x ditentukan pada [5].

Sebagai tambahan, penentuan PDF secara teori untuk SNR end-to-end SNR khusus pada sistem fixed gain relay dapat diperoleh melalui [10, Eq. (10)].

Gambar 9 berikut menunjukkan PDF perbandingan hasil analisis teori dan simulasi *Montecarlo* pada instantaneous end-to-end SNR melalui Rayleigh fading. Gambar ini diperoleh dengan menggunakan 500000 RV bit melalui realisasi amplitud fading α serta menetapkan nilai tetap $C = 1$ dan rata-rata total SNR pada masing-masing $\bar{\gamma}_1$ dan $\bar{\gamma}_2$ yaitu 10 dB.



Gambar 9. Perbandingan antara hasil teori dan simulasi *Montecarlo* pada end-to-end SNR.

KESIMPULAN

Telah diperoleh hasil simulasi pemodelan end-to-end SNR sistem wireless dual hop cooperative relay melalui mixed multipath fading channel. Dengan mengetahui karakteristik model fading channel yang digunakan yaitu Rayleigh dan Rician, diperlukan untuk mengetahui end-to-end SNR pada Rx. Dengan memilih fixed-gain G pada terminal relay, menunjukkan bahwa terjadi penguatan penerimaan signal pada Rx. Mixed multipath fading channel terjadi jika selama propagasi signal terdapat area LOS dan NLOS baik antara Tx – Relay dan Relay–Rx dengan asumsi bahwa Rician fading terjadi pada hop pertama dan Rayleigh fading terjadi pada hop kedua, dan sebaliknya.

Konsep green-relay dalam pemodelan ini dapat terbentuk dengan menempatkan Tx dan Rx sebagai relay. Dengan kata lain, masing-masing Tx dan Rx dapat adalah merupakan user pengguna dengan perangkat radionya dapat difungsikan sebagai terminal relay. Kelemahan pemodelan ini masih terlihat dengan tidak dilengkapi dengan data validasi pengukuran, sebagai bagian dari rencana pengembangan penelitian berikutnya.

REFERENSI

- [1] S. Vadgama, "Trends in Green Wireless Access," *FUJITSU Sci. Tech. Journal*, vol. 45, pp. 404-408, 2009.
- [2] "Sustainable energy use in mobile communications," White Paper, Ericsson Inc, Aug 21, 2007.
- [3] S. Sirmayanti, "A cooperative relay with fixed gain and CSI-assisted relays," *UNM Media Elektrik Journal*, Vol. 3, No. 2, pp. 167-174, ISSN 1907-1728, Dec 2008.
- [4] S. Sirmayanti, "Error Performance Analysis of Cooperative Relaying Communications with Fixed Gain and CSI-Assisted Relays," *International Conference on the 1st MICEEI International Conf.*, ISBN: 978-979-18765-0-6, pp. 130-136, Nov 2008.
- [5] S. Sirmayanti, "End-to-end SNR modeling dual-hop with multipath fading channel," *UNM Media Elektrik Journal*, Vol. 4, No. 2, p.148-223, ISSN 1907-1728, Des 2009.
- [6] Hasna, M. O. and M.S. Alouini, "A performance study of dual-hop transmissions with fixed gain relays", *IEEE Trans. Wireless Comm.*, vol. 3, pp. 1963-1968, Nov. 2004.
- [7] Hasna, M. O. and M.S. Alouini, "Performance analysis of two-hop relayed transmissions over rayleigh fading channels", in *Proc. IEEE Vehicular Tech. Conf.*, vol. 4, pp. 1992-1996, Sept. 2002.
- [8] S. Majid dan M. Uysal, "Cooperative Diversity over Log-Normal Fading Channels: Performance Analysis and Optimization". *IEEE Trans. wireless communication* 2008.
- [9] Parsons, J. D., 1992, "*The mobile radio propagation channel*", New York, Halste Press.
- [10] Simon, M. K. and M. S. Alouini, 2000, "*Digital communication over fading channels: a unified approach to performance analysis*," Canada, John Wiley & Sons, Inc.

