

## ABSTRACT

### FRACTIONAL FREQUENCY REUSE AND CLUSTERING TECHNIQUES IN CELLULAR NETWORKS WITH RECONFIGURABLE INTELLIGENT SURFACE (RIS) AND DEVICE-TO-DEVICE COMMUNICATION

By

**SORAIDA SABELLA**

Device-to-device (D2D) communication and Reconfigurable Intelligent Surface (RIS) are the examples of some candidates for the next generation of cellular communication networks. D2D has the potential to increase the efficiency of frequency resources, but it also creates interference problems due to D2D shares spectrum with cellular users. RIS offers a solution in completing blocked signal from obstacles. However, besides the RIS element reflecting the incoming signal towards the intended user, the RIS elements also reflect the interference signal. Thus, the problem of interferences are increasingly complex, especially in cellular network multi-cell scenarios with D2D. This thesis offers a solution through combining clustering techniques and FFR for D2D users to reduce interference between D2D users. Clustering technique is performed on D2D users by allocating different frequency channels in a cluster, in order to reduce the effect of interference. While the FFR technique reduce interference from eNodeB on cellular networks, so that it increases the signal received by D2D users. The results obtained from this thesis are the combination method proposed increased the results of the baseline SINR value from 0.47 dB to 2.71 dB, so that, the power received by D2D users increases. The throughput value increases from 10.8 to 15.2 Mbps, thus the data rate received by the user with the combination method becomes faster. As well as reducing the BER value from  $24 \times 10^{-2}$  to  $21 \times 10^{-2}$  bits, which means that the transmitted bit errors are reduced to 21 bits in the total of 100 transmitted bits.

**Keywords:** D2D Communication, RIS, FFR (Fractional Frequency Reuse), clustering, downlink transmission.

## ABSTRAK

### TEKNIK *FRACTIONAL FREQUENCY REUSE* DAN *CLUSTERING* PADA JARINGAN SELULER BERBANTUAN *RECONFIGURABLE INTELLIGENT SURFACE (RIS)* DAN KOMUNIKASI *DEVICE-TO- DEVICE*

Oleh

**SORAIDA SABELLA**

Salah satu kandidat generasi lanjut jaringan komunikasi seluler yaitu melibatkan komunikasi *device-to-device* (D2D) dan Reconfigurable Intelligent Surface (RIS). D2D berpotensi meningkatkan efisiensi sumber daya frekuensi, tetapi juga menimbulkan permasalahan interferensi, sebab D2D berbagi spektrum dengan *user* seluler konvensional. RIS menawarkan solusi dalam menyelesaikan penutupan sinyal akibat hambatan atau *obstacle*. Namun, selain elemen RIS memantulkan sinyal datang menuju ke arah *user* yang dituju, elemen dari RIS juga memantulkan sinyal interferensi. Sehingga, persoalan interferensi semakin kompleks terutama pada skenario multisel jaringan seluler dengan D2D. Penelitian ini menawarkan solusi melalui kombinasi teknik *clustering* dan FFR pada *user-user* D2D agar mengurangi interferensi antar-sesama D2D. Teknik *clustering* dilakukan pada *user* D2D dengan mengalokasikan kanal frekuensi berbeda dalam sebuah kluster, agar mengurangi efek interferensi yang dialami. Sedangkan teknik FFR mengurangi interferensi dari eNodeB pada jaringan seluler, sehingga meningkatkan sinyal yang diterima *user* D2D. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu metode kombinasi yang diusulkan meningkatkan hasil dari nilai SINR *baseline* yaitu dari 0,47 dB menjadi 2,71 dB sehingga daya yang diterima oleh *user* D2D menjadi meningkat. Untuk nilai *throughput* meningkat dari 10,8 ke 15,2 Mbps, dengan demikian kecepatan laju data yang diterima *user* dengan metode kombinasi menjadi lebih cepat. Serta mengurangnya nilai BER dari  $24 \times 10^{-2}$  menjadi  $21 \times 10^{-2}$  bit, yang berarti kesalahan bit yang ditransmisikan menjadi berkurang menjadi 21 bit dalam total 100 bit yang ditransmisikan.

**Kata Kunci:** Komunikasi D2D, RIS, FFR (*Fractional Frequency Reuse*), *clustering*, transmisi *downlink*.