



---

*Research Articles*

## **Pemodelan Redaman Hujan Sebagai Parameter Power Link Budget Pada *Base Transceiver Station* (BTS) Jaringan 5G**

### ***Modeling Rain Attenuation as a Budget Power Link Parameter in 5G Network Base Transceiver Station (BTS)***

**Made Sutha Yadnya<sup>\*1</sup>, I Wayan Sudiarta<sup>2</sup>, I Putu Gede Wirarama Wedashwara<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering University of Mataram

<sup>2</sup> Department of Physic University of Mataram

<sup>3</sup>Department of Informatics Engineering University of Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram 83125, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

Tel. +62-0370 621435, Fax. +62-0370 640189

*\*corresponding author, email: [msyadnya@unram.ac.id](mailto:msyadnya@unram.ac.id)*

Manuscript received: 31-08-2023. Accepted: 25-09-2023

#### **ABSTRACT**

Hujan merupakan fenomena alam terjadi pada iklim tropis dalam kurun waktu terjadi yang merupakan pengganggu dalam komunikasi wireless. Fokus penelitian untuk komunikai 5G sedang berlangsung untuk dapat mengatasi atau memeitigasi pada kondisi hujan. Data hujan dari citra satelit diambil dalam bentuk citra gambar diolah dengan perbedaan degradasi warna. Hasil data curah hujan kemudian dikonversi menjadi redaman hujan. Redaman hujan ini dipergunakan memprediksi gangguan nois dari hujan sehingga dapat diatasi dalam kondisisi hujan. Data stastitik dari redaman hujan dimodelkan serta dibangkitkan secara nomerik menggunakan ARMA yang dimodifikasi menjadi ARIMA agar pengamatan dari nonstasioner menjadi stasioner. Nilai model ARIMA dalam penelitian ini adalah ARIMA (6,1,6).

**Kata kunci:** hujan; redaman; model ARIMA

#### **ABSTRAK**

Rain is a natural phenomenon that occurs in tropical climates during the period it occurs which is a nuisance in wireless communications. The research focus for 5G communications is ongoing to be able to overcome or mitigate rainy conditions. Rain data from satellite images is taken in the form of processed images with different color degradation. The resulting rainfall data is then converted into rain attenuation. This rain attenuation is used to predict noise interference from rain so that it can be overcome in rainy conditions. Statistical data from rain attenuation was modeled and generated numerically using ARMA which was modified to ARIMA so that observations from non-stationary to stationary. The ARIMA model value in this research is ARIMA (6,1,6).

**Key words:** rain; attenuatian; model ARIMA

## PENDAHULUAN

Base Transceiver Station (BTS) merupakan suatu perangkat dalam infrastruktur sistem telekomunikasi berfungsi memfasilitasi komunikasi bergerak antara peranti komunikasi mobile station (ms) dan jaringan provider atau operator. Sinyal BTS mempunyai keterbatasan karena cakupan areal yang bisa dilayani sesuai daya pancar diatur oleh provider atau operator penyelenggara, sinyal tersebut bekerja dalam frekuensi kerja sesuai telepon tetap, telepon seluler, modem dalam jaringan nirkabel (wireless). Jaringan komunikasi bergerak sudah beradaptasi sesuai dengan kebutuhan pelanggan, sedangkan pihak operator jaringan seperti 1 G (AMPS), 2G GSM, CDMA, atau platform TDMA melayani sesuai dengan kebutuhan pasar.

BTS sebagai mengirimkan sinyal dan menerima sinyal radio ke perangkat mobile station(ms) dan mengkonversi sinyal-sinyal tersebut menjadi sinyal digital untuk selanjutnya dikirim ke terminal lainnya untuk proses sirkulasi pesan atau data. Pada beberapa referensi BTS dapat dikenal Base Station (BS), Radio Base Station (RBS), atau node B (eNB), sehingga BTS sendiri mempunyai istilah yang dimaksud adalah BTS. BTS yang sudah terinstal saat ini dalam perencanaan posisi yang akurat namun mempunyai beberapa kendala dalam transmisi sinyal yang tidak stabil karena topologi serta traffic yang sering berubah secara signifikan. Kondisi tertentu sering terjadi blank spot karena arah antenna yang kurang pas disebabkan sudut direksional yang tidak sesuai dengan ruang lingkup yang diinginkan.

Dalam menuju smartcity diperlukan koneksi komunikasi bergerak yang stabil dan semua dapat terhubung di setiap posisi dalam ruang lingkup. Jenis BTS tergantung dari cakupan dengan jari-jari adalah Makro sel (3km), Mikro sel (1km), Pico sel (500m), dan Femto sel (100m). Perbedaan sel tersebut karena kebutuhan untuk melayani sesuai tempat dan traffic yang terjadi. Untuk posisi dibedakan dengan Desa, Desa yang berkembang, serta Kota yang sangat padat penduduknya yang akan dilayani. Pada generasi 4G(LTE) menuju generasi 5G pengguna semakin banyak memiliki pilihan dengan sendirinya memerlukan transmisi data yang terus membesar, ini hal yang harus teratasi karena jaringan yang sudah tersedia dengan merubah algoritma dan metode baru.

Pedoman evaluasi teknologi antarmuka radio untuk IMT-Lanjutan Rep.ITU-R M.2135-1. Pada (2008-2009) Sistem International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced) adalah sistem seluler yang mencakup kemampuan baru IMT yang melampaui kemampuan IMT-2000. Sistem seperti itu menyediakan akses ke berbagai layanan telekomunikasi termasuk layanan seluler canggih, didukung oleh jaringan seluler dan tetap, yang semakin berbasis paket.

Salah satu parameter pengukuran adalah rasio signal-to-noise (SNR) atau adalah rasio antara informasi yang diinginkan atau kekuatan sinyal dan sinyal yang tidak diinginkan atau kekuatan kebisingan (noise) latar belakang. Hal ini diperhitungkan SNR adalah parameter pengukuran yang digunakan di bidang sains khusus teknik telekomunikasi yang membandingkan level sinyal yang diinginkan dengan level kebisingan latar belakang. Dengan kata lain, SNR adalah rasio daya sinyal terhadap daya derau, dan satuan ekspresinya biasanya desibel (dB). Juga, rasio yang lebih besar dari 0 dB atau lebih tinggi dari 1:1, menandakan lebih banyak sinyal daripada noise. Selain dari definisi teknis SNR, dalam istilah lain adalah dengan menggunakan dibandingkan (komparatif), misalnya ada percakapan antara dua orang dilain

pihak ada orang lainnya berada di dalam ruangan besar sedang bercakap-cakap. Namun, ruangan itu penuh dengan orang lain yang juga sedang mengobrol.

Sistem IMT-Advanced mendukung aplikasi mobilitas rendah hingga tinggi dan berbagai kecepatan data di sesuai dengan permintaan pengguna dan layanan di beberapa lingkungan pengguna. IMT-Advanced juga punya kemampuan untuk aplikasi multimedia berkualitas tinggi dalam berbagai layanan dan platform memberikan peningkatan yang signifikan dalam kinerja dan kualitas layanan. Kualitas layanan merupakan jaminan terhadap komunikasi tetap berlangsung sehingga hubungan komunikasi manusia tetap terjaga.

Fitur utama IMT-Advanced adalah tingkat kesamaan fungsi tinggi di seluruh dunia dengan tetap dipertahankan fleksibilitas untuk mendukung berbagai layanan dan aplikasi dengan biaya yang efisien, kompatibilitas layanan dalam IMT dan dengan jaringan tetap, kemampuan interworking dengan sistem akses radio lainnya, layanan seluler berkualitas tinggi, peralatan pengguna yang cocok untuk penggunaan di seluruh dunia, aplikasi, layanan, dan peralatan yang mudah digunakan, kemampuan roaming di seluruh dunia, kecepatan data puncak yang ditingkatkan untuk mendukung layanan dan aplikasi tingkat lanjut (100 Mbit/dtk untuk kecepatan tinggi dan 1 Gbit/dtk untuk mobilitas rendah ditetapkan. Fitur-fitur ini memungkinkan IMT-Advanced untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang terus berkembang. (Rep.ITU-R M.2135-1. 2009).

Penelitian untuk mengatasi agar BTS dapat melayani dengan baik adalah dengan menggunakan merubah pola radiasi dengan penambahan antena pada arah dimana blank spot itu berada. Pengolahan data untuk menjadikan model sudah dimulai dari tahun 2008 dan terus dikembangkan agar mendapatkan model yang terbaik.

## BAHAN DAN METODE

Data hujan yang digunakan merupakan data yang diambil dari event hujan sebenarnya menggunakan citra satelit. Hasil citra satelit yang berupa image (degradasi warna) dari konversi curah hujan menjadi redaman hujan dengan persamaan Diasumsikan DSD model Marshall-Palmer:

$$Z_{\max} = 10^{(\text{dBZ}_{\max}/10)};$$

$$R_{\max} = 0.0365 * Z_{\max}^{0.625}$$

Nilai  $Z_{\max}$  diambil dari citra satelit dengan membuat segmentasi pada masing masing area yang terkena hujan dengan variasi distribusi. Warna citra merupakan penjabaran dari besar intensitas curah hujan dalam domain waktu atau deret waktu (times series).

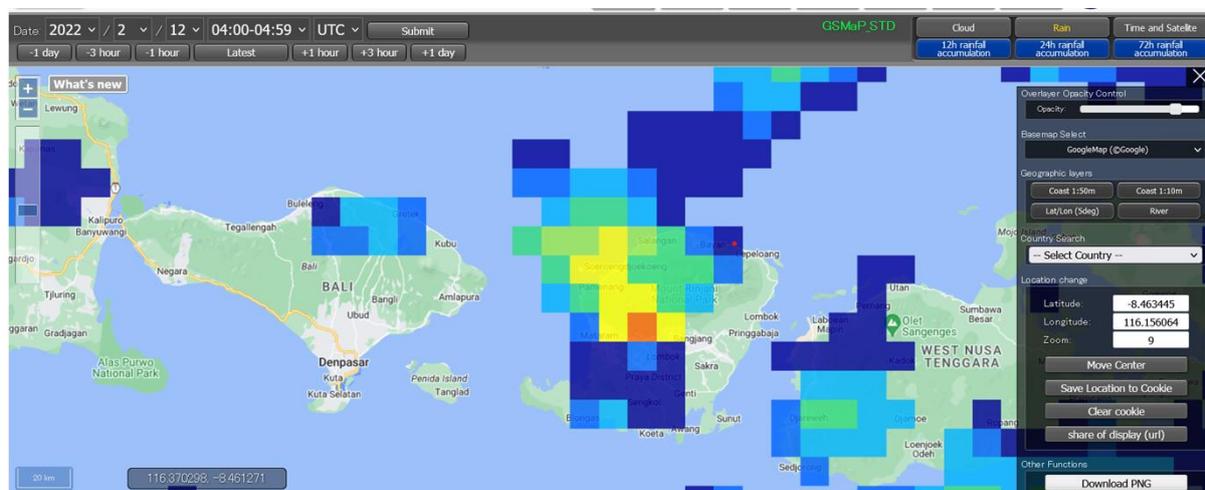
Deret waktu ARMA salah satu metode yang dapat digunakan untuk kondisi dari pembangkitan redaman hujan yang berupa fungsi mengembalikan atau memplot (menggambarkan deret fungsi waktu) dengan fungsi output (keluaran) respons impuls variabel dalam model autoregresif serta rata-rata pergerakan univariat atau vektor (multivariat) yang ditentukan oleh nilai hasil koefisien tunggal atau jamak koefisien (polinomial) dibuat dalam operator lag. Hasil alternatifnya, dapat mengembalikan dalam fungsi mendekati estimasi dari objek model yang ditentukan sepenuhnya dengan menggunakan fungsi pergerakan yang bervariasi dengan memperoleh rata-rata sebagai pembangkitan fungsi distribusi normal dengan varian serta standart deviasi tertentu. Syarat-syarat dan ketentuan berlaku adalah : Sebagai besaran berupa vektor atau vektor sel matriks dalam notasi persamaan selisih, berupa nilai

polinomial operator lag yang sesuai dengan polinomial AR dan MA dalam notasi operator lag, dapat mengakomodasi model deret waktu yang bersifat univariat atau multivariat, stasioner atau terintegrasi, struktural atau dalam bentuk tereduksi, dan dapat dibalik atau tidak dapat dibalik, serta diasumsikan bahwa konstanta model  $c$  adalah 0. Komponen ARMA dikenal dengan AR(p) serta MA(q). Model yang digunakan dengan menunjukkan komponen lag (p, q) dengan menunjukkan cara menggunakan Kriteria Informasi Akaike (AIC) serta Kriteria Informasi Bayesian (BIC) untuk memilih derajat p dan q model ARMA. Perkirakan beberapa model dengan nilai p dan q yang berbeda. Untuk setiap model estimasi, keluarkan nilai fungsi tujuan loglikelihood. Masukkan nilai loglikelihood ke AIC serta BIC untuk menghitung ukuran kesesuaian BIC (yang memberikan keterbatasan dengan variasi error yang ditentukan atas kompleksitas dari model). Untuk penggambaran dalam bentuk (plot fungsi autokorelasi sampel (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial (PACF) untuk data simulasi.

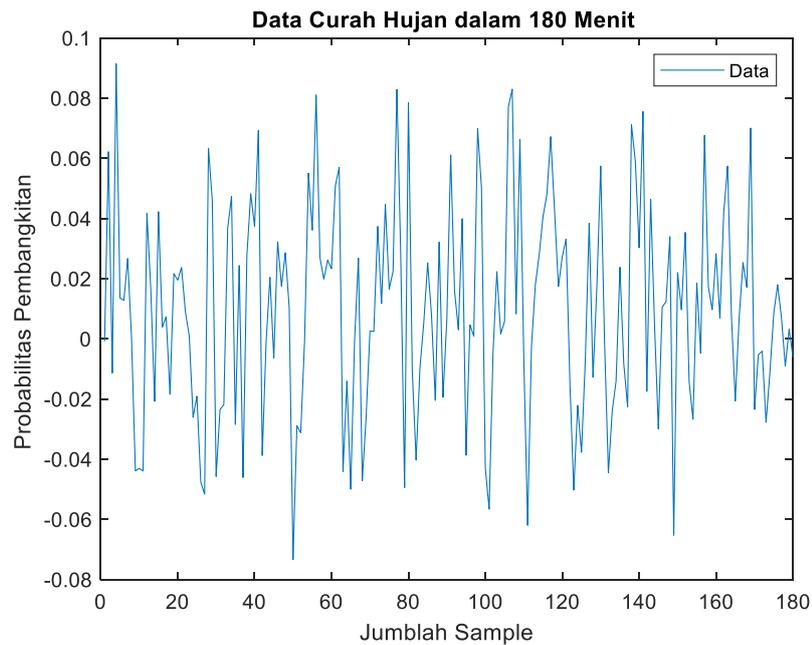
Untuk mendapatkan nilai yang diinginkan untuk kontrol daya untuk mengatai redaman akibat hujan perlu perubahan dengan integrasi dari ARMA menjadi ARIMA Hal ini menggunakan metodologi Box-Jenkins asli, perubahan yang membedakan sistem terintegrasi hingga diperoleh hasil non-stasioner menjadi stasioner sebelum dimodelkan. Dengan memodelkan deret yang berbeda sebagai proses stasioner ARMA(p,q) cocok distabilkan dengan memperkirakan proses ARIMA(p,D,q) secara langsung, sehingga diperoleh hasil tidak perlu membedakan data sebelum membuat model atau mempermudah untuk melakukan metoden backtransform.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dalam pemodelan curah hujan di daerah BIL dengan asumsi dan model yang diperoleh dengan menggabungkan metode statistik diperoleh sebagai grafik untuk memperjelas hasil yang diperoleh. Berisikan uraian secara jelas hasil-hasil penelitian berikut argumentasi pembahasan. Bagian ini paling sedikit melibatkan referensi hasil penelitian dari keseluruhan referensi yang digunakan. Sebagai ilustrasi pada Gambar 1. Dengan mengambil dengan citra satelit dalam 1 jam mendapatkan 6 degradasi warna mencerminkan kondisi hujan pada tanggal 12 Februari 2022 mulai dari jam 12 siang.



Gambar 1. Citra Satelit dengan 6 degradasi warna untuk intensitas hujan

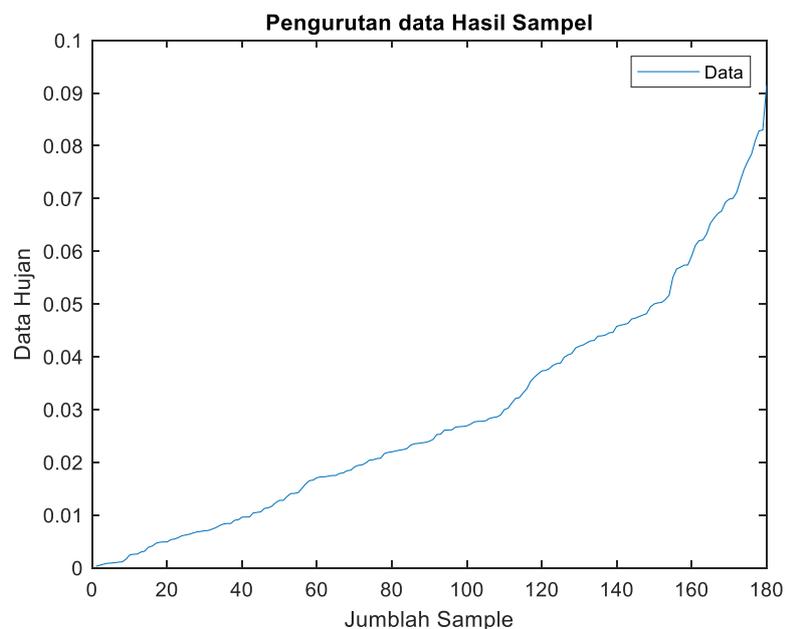


Gambar 2. Pembangkitan ARMA dalam 3 jam (180 menit)

Pada pembangkitan model ARMA dari koefisien yang diperoleh menghasilkan distribusi hujan secara random. Dari pemodelan ARMA selanjutnya dibuat stasioner menjasi model ARIMA dengan koefisien yang diperoleh sebelumnya.

Model pembangkitan tersebut dapat ditulis pada progam MATLAB sebagai berikut :

```
Mdl0 = arima('Constant',0.01,'AR',{0.15,0.05,0.01,-0.1,-0.07,-0.04},...
            'MA',{-0.1,-0.08,-0.05,-0.03,-0.02,-0.01},'Variance',0.001);
```



Gambar 3. Pengurutan hasil model ARMA dalam 3 jam (180 menit)

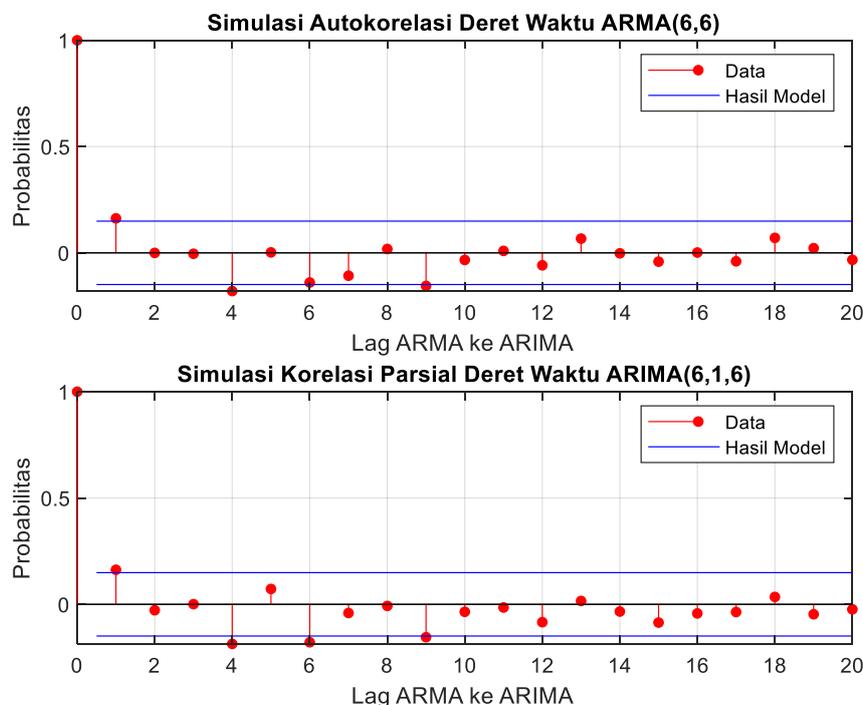
Hasil pembangkitan kemudian diurutkan sehingga probabilitas kejadian hujan dapat terdistribusi dengan stabil untuk program dalam MATLAB digunakan:

```

LogL = zeros(6,6); % Initialize
PQ = zeros(6,6);
for p = 1:6
    for q = 1:6
        Mdl = arima(p,1,q);
        [EstMdl,~,LogL(p,q)] = estimate(Mdl,Y,'Display','off');
        PQ(p,q) = p + q;
    end
end
logL = LogL(:);
pq = PQ(:);
[~,bic] = aicbic(logL,pq+1,180);
BIC = reshape(bic,6,6)

minBIC = min(BIC,[],'all')
[minP,minQ] = find(minBIC == BIC)
    
```

Sebagai pengecekan Lag dari hasil pembangkitan ARMA ke ARIMA dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Lag kesetabilan ARMA menjadi ARIMA

### KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dengan citra satelit menghasilkan nilai 6 degradasi perubahan warna pada satu areal distribusi hujan yang memenuhi kriteria dalam Model ARIMA (6,1,6) dari pengecekan Lag dengan mendapatkan kontanta yang digunakan sebagai pembangkitan redaman hujan.

Hasil konstanta untuk suatu areal BTS tertentu terjadi perubahan sinyal akibat hujan yang bergerak secara acak yang memungkinkan mitigasi harus dilakukan dengan nilai kontanta dengan variasi yang stabil.

## Ucapan Terimakasih

Publikasi ini dapat terlaksana dengan bantuan dana dari Hibah Kompetisi Nasional 2023 serta ucapan terima kasih diberikan kepada Kemenristekdikti atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Fundamental Reguler tahun 2023 dengan nomor kontrak: 3187 /UN18.L1/PP/2023

## DAFTAR PUSTAKA

- Box, G. E. P., G. M. Jenkins, and G. C. Reinsel. 1994, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1994.
- Mauludiyanto, A., Hendrantoro, G., Purnomo, M.H., Matsushima, A., 2010, *ARIMA Modeling of Tropical Rain Attenuation on a Short 28-GHz Terrestrial Link*, *IEEE Antennas And Wireless Propagation Letters*, Vol. 9, 2010.
- Morais Lucas; Leonardo Menezes; Pedro Moraes,1, 2021, *Rain Attenuation at THz Frequencies from Historical Data Collected in Brasilia, Brazil!*, 2021 USNC-URSI Radio Science Meeting (USCN-URSI RSM).
- Olatayo T.O and Taiwo A.I, 2014, *Statistical Modelling and Prediction of Rainfall Time Series Data*, Publisher: Global Journals Inc. (USA) 2014.
- Radiocommunication Sector of International Telecommunication Union. *Recommendation ITU-R P.838-3: Specific attenuation model for rain for use in prediction methods*. P Series, Radiowave Propagation 2005.
- Radiocommunication Sector of International Telecommunication Union. *Recommendation ITU-R P.530-17: Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems*. 2017.
- Yadnya MS, A Mauludiyanto, G Hendrantoro., 2008. *ARMA modelling from rain rate measurement to simulation communication channel modelling for millimeter wave in Surabaya*. Proc. 6th Kumamoto Univ. Forum, 5-6
- Yadnya MS, A Mauludiyanto, G Hendrantoro., 2008. *Pemodelan ARMA untuk Curah Hujan di Surabaya*. SITIA 8 Mei 2008 Surabaya 1, 61-67
- Yadnya M.S, Sudiarta I.W., 2014 " *Cell Movement of Rain Impact in Satellite and Mobile Communication Based on Tropical Maritime*" *The Advanced Science Letters*, 2014, Volume 20, Number 2, February 2014, pp. 514-517. 2014
- Yadnya MS, Sudiarta IW, 2016 *Measurement of Drop Size Distribution Rain in Mataram Utilize Disdrometer Acoustic for Flood Prediction*, IEEE Indonesia Section pp. 107-110, The Proceedings of ISITIA 28-30 July 2016
- Yadnya MS, Sudiarta IW, Wedashwara W., 2020 *Classification of Location Landslides Areas with Direct Measurement and Remote Sensing in Central Lombok* pp 252-256 ICST (2020).