

## ANALISIS KESTABILAN MODEL MATEMATIKA AKSI DEMONSTRASI MAHASISWA DI SUMATERA BARAT

YOLANDA PUTRI, ARRIVAL RINCE PUTRI\*, RIRI LESTARI

*Departemen Matematika dan Sains Data,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,  
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,  
email : yolandaputri360@gmail.com, arrival@sci.unand.ac.id, ririlestari@sci.unand.ac.id*

Diterima 5 Juli 2022    Direvisi 22 Januari 2023    Dipublikasikan 21 Oktober 2023

**Abstrak.** Aksi demonstrasi atau unjuk rasa merupakan salah satu fenomena di dunia nyata yang sering terjadi dan melibatkan berbagai kalangan, baik mahasiswa, buruh, maupun anggota suatu organisasi. Khususnya di Sumatera Barat, pada tanggal 23 dan 25 September 2019 telah terjadi demonstrasi polemik RUU di gedung DPRD Sumatera Barat yang melibatkan ribuan mahasiswa, aparat kepolisian, dan anggota DPRD Tingkat I. Pada penelitian ini dibahas model matematika aksi demonstrasi mahasiswa. Model ini merujuk pada model Richardson. Model dianalisis kestabilannya melalui analisis kestabilan di sekitar titik ekuilibrium. Hasil analitik dikonfirmasi dengan hasil numerik. Parameter model yang digunakan pada simulasi numerik diperoleh dari data yang diolah berdasarkan kuisioner yang diambil dari responden. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa aksi demonstrasi yang terjadi berlangsung anarkis. Hal ini sesuai dengan kenyataan yang terjadi di lapangan bahwa aksi demonstrasi yang terjadi pada kasus demonstrasi polemik RUU di gedung DPRD Sumatera Barat tanggal 25 September 2019 merupakan demonstrasi anarkis.

*Kata Kunci:* Demonstrasi mahasiswa, Model Richardson, Analisis kestabilan, Parameter model, Simulasi numerik

### 1. Pendahuluan

Pemahaman suatu permasalahan dari fenomena tertentu dapat dinyatakan secara matematis melalui grafik, fungsi, persamaan, dan lain-lain. Model matematika merupakan representasi dari fenomena dunia nyata dengan menggunakan asumsi-asumsi tertentu yang diselesaikan secara matematis ([1], [2]).

Aksi demonstrasi atau unjuk rasa merupakan salah satu fenomena di dunia nyata yang sering terjadi dan melibatkan berbagai kalangan baik mahasiswa, buruh maupun anggota suatu organisasi. Aksi demonstrasi tersebut menjadi suatu instrumen atau cara yang dilakukan oleh anggota atau kelompok masyarakat untuk menyatakan ketidaksetujuan terhadap suatu pandangan atau tindakan tertentu di hadapan umum [3]. Apabila suatu demonstrasi berjalan dengan tertib, maka hal ini dikenal sebagai demonstrasi damai. Namun demonstrasi yang terjadi sering kali di luar kendali dan berujung pada kekerasan, kerusakan, pelemparan, kerusakan

fasilitas, dan bahkan dapat menimbulkan korban jiwa. Demonstrasi ini dikenal sebagai demonstrasi anarkis [4].

Khususnya di Sumatera Barat, pada tanggal 23 dan 25 September 2019 telah terjadi demonstrasi yang melibatkan ribuan mahasiswa yang ada di Sumatera Barat. Aksi demonstrasi ini bertujuan untuk menyampaikan penolakan terhadap sejumlah Rancangan Undang-Undang. Diantaranya yaitu RKUHP, UU KPK, RUU Pertahanan, RUU Perasyarakatan, dan rancangan lainnya yang menimbulkan keresahan di kalangan masyarakat ([5], [6]).

Perilaku aksi demonstrasi mahasiswa dapat dianalisis melalui model matematika, yaitu model Richardson [7]. Model Richardson pertama kali diusulkan oleh seorang fisikawan dan psikolog bernama Lewis Fry Richardson ([8], [9]). Pada penelitian ini, penulis akan menganalisis kestabilan model matematika aksi demonstrasi di kalangan mahasiswa yang merujuk pada model Richardson. Model diimplementasikan pada kasus aksi demonstrasi polemik RUU yang terjadi di gedung DPRD Sumatera Barat tanggal 25 September 2019.

## 2. Model Richardson

Lewis Fry Richardson merumuskan model perlombaan senjata antara dua negara atau lebih yang dinyatakan dalam bentuk sistem persamaan diferensial biasa. Richardson menduga bahwa kemungkinan suatu negara untuk berperang didasarkan pada persediaan senjata yang tersedia di suatu negara dan dipengaruhi oleh perlawanan dari bangsa itu sendiri.

Model Richardson didasarkan pada kemungkinan bahwa konflik kecil dapat berubah menjadi perang antar dua negara yang disebabkan oleh faktor tersebut. Richardson membangun model untuk menentukan titik ekuilibriumnya. Berikut model Richardson yang menggambarkan persamaan terhadap waktu  $t$  [10]:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= ky - mx + r, \\ \frac{dy}{dt} &= lx - ny + s,\end{aligned}\tag{2.1}$$

dimana  $x$  dan  $y$  adalah jumlah persenjataan yang dimiliki oleh masing-masing negara, yaitu negara A dan negara B,  $k$  dan  $l$  adalah koefisien pertahanan atau ketakutan yang mewakili keinginan suatu negara untuk meningkatkan senjata sebanding dengan jumlah senjata yang dimiliki lawan mereka,  $m$  dan  $n$  adalah koefisien kelelahan yang mewakili keinginan suatu negara untuk mengurangi persediaan senjata sebanding dengan apa yang mereka miliki, serta  $r$  dan  $s$  adalah konstanta keluhan, ambisi, motif balas dendam dan faktor lain yang tidak terlibat langsung dengan persediaan senjata dari masing-masing negara. Konstanta  $k$ ,  $l$ ,  $m$  dan  $n$  bernilai positif sedangkan koefisien  $r$  dan  $s$  dapat bernilai negatif atau nol [10].

## 3. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Data diperoleh dengan memberikan kuesioner kepada mahasiswa, polisi, dan pejabat atau karyawan serta

satpam yang terlibat dalam kasus aksi demonstrasi mahasiswa polemik RUU di gedung DPRD Sumatera Barat khususnya tanggal 25 September 2019. Berdasarkan keterangan Polresta Kota Padang dan DPRD Sumatera Barat, total populasi dalam kasus ini khususnya tanggal 25 September 2019, yaitu 3695 orang yang meliputi 3000 orang mahasiswa, 600 orang polisi, 65 orang pejabat atau karyawan DPRD Sumatera Barat dan 30 orang satpam DPRD Sumatera Barat.

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 361 orang sampel dengan 294 orang mahasiswa, 59 orang polisi, 5 orang pejabat/karyawan DPRD Sumatera Barat, dan 3 orang satpam di gedung DPRD Sumatera Barat.

Pada kuesioner, item pernyataan untuk setiap parameter diisi oleh setiap kategori responden yaitu mahasiswa, polisi, pejabat/karyawan DPRD Sumatera Barat dan satpam di gedung DPRD Sumatera Barat. Hasil kuesioner diubah menjadi angka dengan menggunakan skala likert empat poin untuk mengukur setiap pernyataan dalam setiap parameter. Pemberian bobot untuk parameter itikad baik mahasiswa, emosional mahasiswa, emosional aparat keamanan, dan kejenuhan mahasiswa untuk demonstrasi damai dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Sangat Setuju (SS) : 4,
- Setuju (S) : 3,
- Kurang Setuju (KS) : 2,
- Tidak Setuju (TS) : 1.

Selanjutnya, pemberian bobot untuk parameter itikad baik DPRD Sumatera Barat dan kejenuhan mahasiswa untuk demonstrasi anarkis dijabarkan sebagai berikut:

- Sangat Setuju (SS) : 1,
- Setuju (S) : 2,
- Kurang Setuju (KS) : 3,
- Tidak Setuju (TS) : 4.

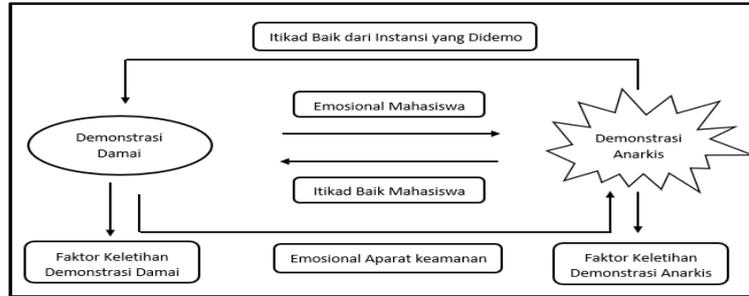
## **4. Pembahasan**

### **4.1. Model Matematika Aksi Demonstrasi Mahasiswa**

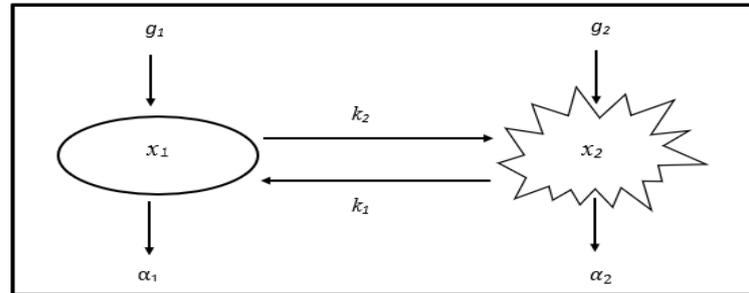
Model kasus aksi demonstrasi mahasiswa ini merujuk pada model Richardson. Model ini mengasumsikan bahwa sikap dan kondisi mahasiswa serta sikap aparat keamanan dan instansi yang didemo akan mempengaruhi jalannya suatu demonstrasi. Tujuan dari model ini adalah untuk menguji stabilitas (atau ketiadaan) dari asumsi tersebut dalam memprediksi apakah kejadian-kejadian kecil dapat mempengaruhi jalannya suatu demonstrasi.

Asumsikan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jalannya aksi demonstrasi mahasiswa. Faktor-faktor tersebut yaitu itikad baik mahasiswa, itikad baik dari instansi yang didemo, emosional mahasiswa, emosional aparat keamanan, dan tingkat kejenuhan mahasiswa yang nantinya akan diperhitungkan masing-masing nilai dari faktor tersebut. Asumsinya dapat digambarkan melalui diagram pada Gambar 1. Sementara model matematika berdasarkan Gambar 1 dapat digambarkan melalui Gambar 2.

Saat terjadinya demonstrasi, keadaan demonstrasi dapat berlangsung dalam dua kondisi, yaitu keadaan damai dan keadaan anarkis. Perlawanan atau pertentangan



Gambar 1. Diagram Faktor Penyebab Aksi Demonstrasi



Gambar 2. Model Sistem Aksi Demonstrasi Mahasiswa

antara keadaan damai dan anarkis tersebut akan mempengaruhi jalannya suatu demonstrasi. Demonstrasi pada keadaan damai disimbolkan sebagai  $x_1$  dan demonstrasi pada keadaan anarkis disimbolkan sebagai  $x_2$ . Faktor itikad baik mahasiswa yang mempengaruhi demonstrasi berjalan anarkis yang sebanding dengan nilai demonstrasi damai yang disimbolkan dengan  $k_1$ . Faktor kejenuhan mahasiswa untuk demonstrasi damai yang menghambat suatu demonstrasi untuk berjalan damai disimbolkan sebagai  $\alpha_1$  dan emosional aparat keamanan yang dapat menghambat demonstrasi berjalan damai disimbolkan sebagai  $g_1$ . Faktor emosional mahasiswa akan mempengaruhi demonstrasi berjalan damai yang sebanding dengan nilai demonstrasi anarkis yang disimbolkan sebagai  $k_2$ . Faktor kejenuhan mahasiswa untuk demonstrasi anarkis yang menghambat demonstrasi untuk berjalan anarkis disimbolkan dengan  $\alpha_2$  dan itikad baik dari instansi yang didemo yang dapat menghambat suatu demonstrasi berjalan anarkis disimbolkan sebagai  $g_2$ .

Model matematika aksi demonstrasi mahasiswa yang merujuk pada model Richardson dinyatakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= k_1x_2 - \alpha_1x_1 + g_1, \\ \frac{dx_2}{dt} &= k_2x_1 - \alpha_2x_2 + g_2, \end{aligned} \tag{4.1}$$

dimana

- $x_1$  : demonstrasi pada keadaan damai,
- $x_2$  : demonstrasi pada keadaan anarkis,
- $k_1$  : koefisien itikad baik mahasiswa,
- $k_2$  : koefisien emosional mahasiswa,
- $\alpha_1$  : koefisien kejenuhan mahasiswa untuk demonstrasi damai,
- $\alpha_2$  : koefisien kejenuhan mahasiswa untuk demonstrasi anarkis,
- $g_1$  : konstanta emosional aparat keamanan,
- $g_2$  : konstanta itikad baik dari instansi yang didemo.

Semua nilai parameter diatas bernilai antara 1 sampai dengan 4. Untuk parameter  $k_1, k_2, \alpha_1$  dan  $\alpha_2$  bernilai positif sedangkan  $g_1$  dan  $g_2$  bernilai negatif.

#### 4.2. Analisis Kestabilan Model

Dalam penelitian ini, akan dibahas analisis kestabilan model aksi demonstrasi mahasiswa. Titik ekuilibrium dari model (4.1) yaitu

$$\hat{x} = \left( \frac{k_1 g_2 + \alpha_2 g_1}{k_1 k_2 - \alpha_1 \alpha_2}, \frac{k_2 g_1 + \alpha_1 g_2}{k_1 k_2 - \alpha_1 \alpha_2} \right),$$

dengan  $\alpha_1 \alpha_2 - k_1 k_2 \neq 0$ . Nilai eigen dari model (4.1) adalah

$$\lambda_{1,2} = \frac{(-\alpha_1 - \alpha_2) \pm \sqrt{(-\alpha_1 - \alpha_2)^2 - 4(\alpha_1 \alpha_2 - k_1 k_2)}}{2},$$

$$\lambda_{1,2} = \frac{-(T) \pm \sqrt{D}}{2},$$

dimana  $D = -(T)^2 - 4(\alpha_1 \alpha_2 - k_1 k_2)$ .

Kestabilan titik ekuilibrium dari model (4.1) dapat dilihat dari nilai eigen yang telah diperoleh. Nilai eigen di atas bergantung pada nilai di bawah akar yaitu:

- (1) apabila  $D > 0$  maka akan diperoleh kondisi:
  - (i) jika  $\sqrt{D} < T$  maka akan terdapat dua nilai eigen riil negatif sehingga titik ekuilibriumnya stabil asimtotik,
  - (ii) jika  $\sqrt{D} > T$  maka akan terdapat dua nilai eigen riil dan berbeda tanda, sehingga titik ekuilibriumnya tidak stabil,
  - (iii) jika  $\sqrt{D} = T$  maka akan terdapat nilai eigen riil yang bernilai nol dan negatif, sehingga titik ekuilibriumnya stabil.
- (2) apabila  $D = 0$  maka akan terdapat akar kembar yang bernilai negatif, sehingga titik ekuilibriumnya stabil asimtotik,
- (3) apabila  $D < 0$  maka akan diperoleh dua nilai eigen kompleks dengan bagian riilnya bernilai negatif, sehingga titik ekuilibriumnya stabil asimtotik.

Parameter	Nilai
$k_1$	3.48
$k_2$	2.63
$\alpha_1$	2.94
$\alpha_2$	2.09
$g_1$	2.46
$g_2$	1.88

Gambar 3. Nilai Parameter Kasus Aksi Demonstrasi Mahasiswa

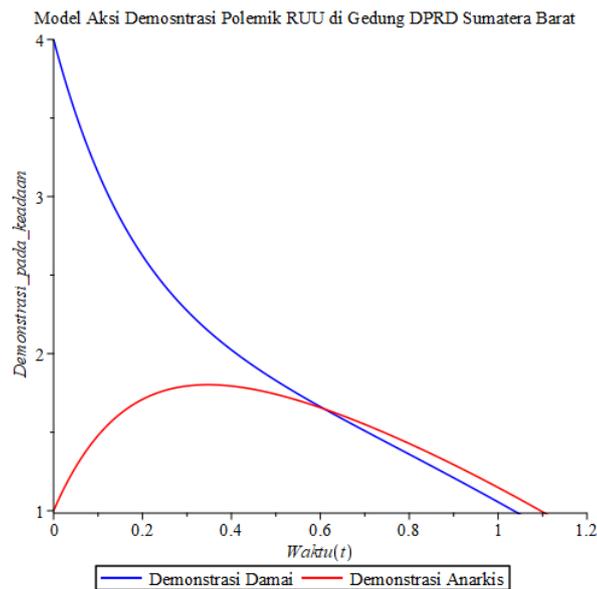
### 4.3. Implementasi Model

Berdasarkan hasil kuesioner, masing-masing nilai parameter dari semua responden dirata-ratakan, sehingga diperoleh nilai parameter pada Gambar 3.

Nilai parameter pada Gambar 3 disubstitusikan ke model (4.1), sehingga model kasus aksi demonstrasi mahasiswa polemik RUU di gedung DPRD, khususnya tanggal 25 September 2019, adalah:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= 3.48x_2 - 2.94x_1 - 2.46, \\ \frac{dx_2}{dt} &= 2.63x_1 - 2.09x_2 - 1.88. \end{aligned} \tag{4.2}$$

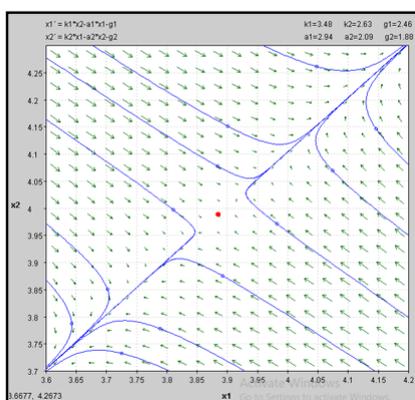
Diperoleh titik ekuilibrium dari model (4.2), yaitu  $\hat{x} = (3.88, 3.98)$  dan nilai eigen dari titik ekuilibrium yaitu  $\lambda_1 = 0.54$  dan  $\lambda_2 = -5.57$ . Grafik solusi dari model (4.2) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Solusi dari Model (4.2)

Berdasarkan kasus aksi demonstrasi polemik RUU di Sumatera Barat tanggal 25 September 2019, aksi demonstrasi berlangsung sekitar 5.6 jam. Pada Gambar 4, grafik  $t = 0$  hingga  $t = 1$  merupakan durasi dari awal demonstrasi berlangsung hingga ajakan pembubaran yang dilakukan oleh kepolisian. Pada awal aksi demonstrasi terjadi, aksi demonstrasi berlangsung damai dan tidak ada tindakan anarkis, sehingga nilai awal demonstrasi pada keadaan anarkis pada saat  $t = 0$  adalah 1 dan nilai awal demonstrasi pada keadaan damai pada saat  $t = 0$  adalah 4. Nilai  $t = 0$  ini merupakan waktu di awal kejadian dari demonstrasi berlangsung yaitu pukul 11.00 WIB. Dengan nilai awal tersebut, terlihat bahwa solusi tidak stabil karena tidak menuju ke titik ekuilibrium (3.88; 3.98). Titik ekuilibrium ini mewakili nilai suatu demonstrasi sedemikian sehingga laju perubahan jalannya demonstrasi berhenti.

Seiring berjalannya waktu pada keadaan anarkis akan meningkat dan demonstrasi pada keadaan damai akan mengalami penurunan. Keadaan ini terlihat pada Gambar 4. Selanjutnya sekitar pukul 14.25 WIB terdapat perpotongan antara demonstrasi pada keadaan damai dan anarkis pada titik (0.61; 1.64) yang memberikan arti bahwa demonstrasi yang terjadi merupakan demonstrasi yang anarkis. Namun setelah itu, demonstrasi pada keadaan damai dan anarkis akan mengalami penurunan secara bertahap hingga menuju titik 1 yang menandakan bahwa demonstrasi telah selesai atau dibubarkan.



Gambar 5. Potret Fase dari Model (4.2)

Kestabilan model (4.2) di sekitar titik ekuilibriumnya diperlihatkan pada Gambar 5. Titik ekuilibrium (3.88; 3.98) mempunyai nilai eigen  $\lambda_1 = 0.54$  dan  $\lambda_2 = -5.57$ . Nilai eigen tersebut riil dan berbeda tanda, maka dapat disimpulkan bahwa titik ekuilibrium model tersebut bertipe *saddle* dan bersifat tidak stabil. Titik ekuilibrium yang tidak stabil ini memiliki tafsiran bahwa tindakan anarkis sewaktu-waktu dapat terjadi saat demonstrasi sedang berlangsung.

## 5. Kesimpulan

Model matematika aksi demonstrasi mahasiswa sebagai berikut.

$$\frac{dx_1}{dt} = k_1x_2 - \alpha_1x_1 - g_1, \quad \frac{dx_2}{dt} = k_2x_1 - \alpha_2x_2 - g_2, \quad (5.1)$$

dimana  $x_1$  merupakan demonstrasi damai,  $x_2$  merupakan demonstrasi anarkis,  $k_1$  merupakan itikad baik mahasiswa  $k_2$  merupakan emosional mahasiswa,  $\alpha_1$  merupakan koefisien keletihan demonstrasi damai,  $\alpha_2$  merupakan koefisien keletihan demonstrasi anarkis,  $g_1$  merupakan emosional aparat keamanan,  $g_2$  merupakan itikad baik dari instansi yang didemo, dengan semua nilai parameter adalah positif.

Titik ekuilibrium dari model aksi demonstrasi mahasiswa adalah:

$$\hat{x} = \left( \frac{k_1g_2 + \alpha_2g_1}{k_1k_2 - \alpha_1\alpha_2}, \frac{k_2g_1 + \alpha_1g_2}{k_1k_2 - \alpha_1\alpha_2} \right),$$

, dengan  $\alpha_1\alpha_2 - k_1k_2 \neq 0$ . Kestabilan di titik ekuilibrium dapat dilihat dari nilai eigen yang telah diperoleh, yaitu

$$\lambda_1 = \frac{(-\alpha_1 - \alpha_2) \pm \sqrt{(-\alpha_1 - \alpha_2)^2 - 4(\alpha_1\alpha_2 - k_1k_2)}}{2}.$$

Nilai eigen tersebut akan bergantung pada nilai di bawah akar.

Berdasarkan data primer yang diperoleh, model kasus aksi demonstrasi mahasiswa polemik RUU di gedung DPRD, khususnya tanggal 25 September 2019 adalah

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= 3.48x_2 - 2.94x_1 - 2.46, \\ \frac{dx_2}{dt} &= 2.63x_1 - 2.09x_2 - 1.88. \end{aligned} \quad (5.2)$$

Model ini mempunyai titik ekuilibrium  $\hat{x} = (3.88; 3.98)$  dan kestabilan disekitar titik ekuilibrium bersifat tidak stabil. Artinya, tindakan anarkis sewaktu-waktu dapat terjadi saat demonstrasi sedang berlangsung. Hasil analitik telah dikonfirmasi dengan hasil numerik dengan menampilkan grafik solusi dan potret fasenya, sehingga berdasarkan grafik yang diperoleh aksi demonstrasi yang terjadi berlangsung anarkis karena adanya perpotongan antara grafik demonstrasi damai dan anarkis. Hal ini sesuai dengan kenyataan yang terjadi di lapangan bahwa aksi demonstrasi yang terjadi pada kasus ini merupakan demonstrasi anarkis.

## 6. Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Mahdhivan Syafwan, Bapak Narwen, dan Bapak Yudiantri Asdi, yang telah memberikan masukan dan saran sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

## Daftar Pustaka

- [1] Giardano, F.R., W.P. Fox, S.B. Horton, 2014, *A First Course in Mathematical Modeling*, Fifth Edition, Brooks/Cole, Cengage Learning, Boston
- [2] Tu Pierre, N.V. 1994. *Dynamical Systems an Introduction With Applicattions In Economics and Biology*, Second Revised And Enlarged Edition, Springer, Canada

- [3] Pranadji, T., 2008, Aksi unjuk rasa (dan radikalisme) serta penanganannya dalam alam demokrasi di Indonesia, *Forum penelitian Agro Ekonomi*, Vol. **26**(2): 132 – 143
- [4] Yunanda, T. P., 2020, Penegakan Hukum oleh Kepolisian terhadap Aksi Unjuk Rasa yang Anarkis (Studi Kasus Wilayah Hukum Kepolisian Resort Kota Padang), *Skripsi S-1*, Universitas Andalas, tidak diterbitkan
- [5] Gabrillin, A., 2019, Penuhi permintaan mahasiswa, DPRD Sumbar bersurat ke Presiden dan DPR tolak UU KPK.<https://regional.kompas.com/read/2019/09/25/15052171/penuhi-permintaan-mahasiswa-dprd-sumbar-bersurat-ke-presiden-dan-dpr-tolak>. Diakses tanggal 5 Oktober 2021
- [6] Kampai, J., 2021, Massa Rusak Gedung DPRD Sumbar,<https://news.detik.com/berita/d-4721547/massa-rusak-gedung-dprd-sumbar>, Diakses tanggal 5 Oktober 2021
- [7] Abrori, M., 2016, Pemodelan matematika anarkisme demo mahasiswa UIN Sunan kalijaga Yogyakarta dan solusinya dari tinjauan matematika, *Jurnal Fourier* Vol. **5**(2): 57 – 64
- [8] Vreugdenhil, C.B. 1994. Richardson, mathematical modeller, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, Vol. **20**(3): 211 – 225
- [9] Gleditsch, N.P. 2020. *Lewis Fry Richardson: His Intellectual Legacy and Influence in the Social Sciences*. Springer Open, Gewerbe-strasse.
- [10] Ron, P. S., 2019, *The Influence of the Richardson Arms Race Model*, In book: *Lewis Fry Richardson: His Intellectual Legacy and Influence in the Social Sciences*.