

***SOCIAL NETWORK SENSOR* UNTUK IDENTIFIKASI SAKSI MATA PADA BENCANA KEBAKARAN HUTAN MENGGUNAKAN**

***CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

**PROPOSAL PENELITIAN**

Untuk memenuhi tugas melakukan

Penelitian dalam rangka penyusunan skripsi

**Oleh**

**Rinaldi**

**NIM 1611016110013**

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

**BANJARBARU**

**APRIL 2020**

***SOCIAL NETWORK SENSOR* UNTUK IDENTIFIKASI SAKSI MATA PADA BENCANA KEBAKARAN HUTAN MENGGUNAKAN**

***CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

1. **Latar Belakang**

Pesatnya perkembangan media sosial saat ini memberikan pengaruh besar bagi masyarakat terutama dalam bidang penyebaran informasi. Media sosial terbukti telah memberikan dampak yang besar dalam mempercepat penyebaran kabar dan berita karena para pengguna sosial media akan langsung mengabarkan apa yang dilihatnya setelah melihat suatu kejadian atau peristiwa. Informasi mengenai bencana alam merupakan salah satu peristiwa yang sering dikabarkan melalui sosial media (Imran *et al*., 2015; Vieweg *et al*., 2010). Oleh karena itu banyak riset yang dilakukan dengan memanfaatkan data media sosial sebagai *social network sensor* (Christakis & Fowler, 2010) (Kryvasheyeu *et al*., 2015). Selain itu, data dari sosial media dapat digunakan untuk melakukan identifikasi pesan saksi mata pada saat bencana alam terjadi dengan tujuan memperoleh data penting yang kredibel dan valid untuk proses tanggap darurat bencana (Zahra *et al*., 2020).

Sebelumnya, pada riset-riset tentang *social network sensor* ada dua hal penting yang dilakukan yaitu ekstraksi fitur untuk mengubah data media sosial menjadi data terstruktur. Kemudian data terstruktur diproses untuk membuat model klasifikasi. Penelitian serupa telah dilakukan oleh Zahra *et al*. (2020) dengan menggunakan n-gram dan bag of word serta pembobotan TF-IDF sebagai teknik ekstraksi fitur dan metode random forest untuk membuat model klasifikasi saksi mata berdasarkan pesan dari sosial media. Namun, penelitian ini memiliki permasalahan dalam hal ketepatan akurasi prediksi, proses klasifikasi yang belum sempurna, dan teknik ekstraksi fitur yang masih menghasilkan data berdimensi tinggi. Selain itu, penggunaan teknik ekstraksi fitur n-gram masih menghasilkan masalah *out-of-vocabolary* dan *semantic ambiguity* yang tidak mempresentasikan hubungan kata antar kalimat pada data sosial media tersebutsehingga menghasilkan performa klasifikasi yang rendah.

Nguyen *et al*. (2016) menggunakan *convolutional neural network* dan teknik ekstraksi fitur word embedding untuk mengklasifikasikan data sosial media yang berhubungan dengan bencana pada sosial network. Selain itu, penelitian lain juga pernah dilakukan dengan menggunakan *convolutional neural network* dan *word2vec* untuk mengklasifikasikan artikel berita dan cuitan twitter (Jang *et al*, 2019). Berdasarkan penelitian ini disimpulkan bahwa teknik ekstraksi fitur word embedding yang mempelajari tentang hubungan semantik antar kata dan juga model klasifikasi menggunakan *convolutional neural network* dapat meningkatkan performa akurasi dari klasifikasi data. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada metode ekstraksi fitur yang dapat mengatasi permasalahan *out-of-vocabolary* dan *semantic ambiguity* serta penggunaan metode *convolutional neural network* untuk mendapatkan akurasi klasifikasi yang terbaik.

Untuk membangun sebuah model klasifikasi diperlukan data dari sosial media yang telah memiliki label. Data yang akan digunakan adalah data yang telah memiliki label pengelompokkan jenis saksi mata saat bencana. Namun saat ini data yang tersedia masih belum ada yang berbahasa indonseia. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengumpulan serta pelabelan data saksi mata dari sosial media berbahasa Indonesia.

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini akan menggunakan data yang didapatkan dari Twitter. Data yang digunakan adalah data yang terkait dengan kebakaran hutan dan kabut asap yang terjadi di Indonesia selama kurun waktu 2015-2019. Data tersebut kemudian diproses dengan menggunakan teknik ekstraksi fitur word embeddingdan membangun model klasifikasi menggunakan *convolutional neural network* untuk membuat model yang diharapkan dapat melakukan klasifikasi secara akurat.

1. **Rumusan Masalah**
2. Bagaimana metode *convolutional neural network* dapat digunakan untuk membangun model klasifikasi yang dapat mengidentifikasi saksi mata berdasarkan data twitter ?
3. Bagaimana teknik ekstraksi fitur word embedding dapat mengatasi permasalahan *out-of-vocabolary* dan *semantic ambiguity* yang terjadi pada penelitian terdahulu?
4. Berapa besar nilai akurasi yang didapatkan dengan menggunakan metode *convolutional neural network* & word embedding ?
5. **Tujuan**
6. Membangun model klasifikasi menggunakan metode *convolutional neural network* untuk mengidentifikasi saksi mata berdasarkan data twitter.
7. Mengatasi permasalahan *out-of-vocabolary* dan *semantic ambiguity* dengan menggunakan teknik ekstraksi fitur word embedding.
8. Mengetahui besar nilai akurasi yang didapatkan dengan menggunakan metode *convolutional neural network* & *word2vec*.
9. **Manfaat Penelitian**

Membangun model *sosial network sensor* untuk identifikasi saksi mata pada bencana kebakaran hutan berdasarkan data twitter menggunakan metode *convolutional neural network* dan menentukan metode ekstraksi fitur yang dapat mengatasi permasalahan *semantic ambiguity,* serta sebagai referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian ini juga sejalan dengan Rencana Induk Penelitian ULM 2016-2020 yaitu fokus 6, isu strategis ke-2 pada topik riset tentang Adanya informasi pemetaan mengenai daerah-daerah yang berpotensi terjadinya kebakaran hutan di lahan basah.

1. **Tinjauan Pustaka**
2. ***Sosial Network Sensor***

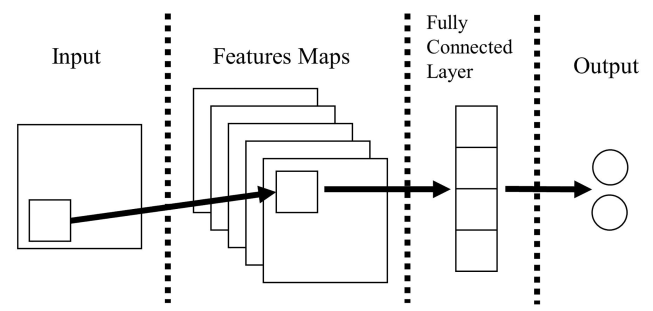
Sosial network sensor merupakan salah satu bentuk bidang penelitian yang merupakan penggabungan dari sosial network dan sensor network. Pada penerapannya, sosial network akan berperan sebagai “infrastruktur penyimpanan data” bagi sensor yang kemudian diterjemahkan oleh sensor menjadi informasi kontekstual dalam aplikasi sosial yang dapat disesuaikan (Breslin *et al*, 2009). Sosial network sensor memanfaatkan data yang didapatkan dari sosial media kemudian diproses dengan menggunakan metode pemrosesan data. Potensi yang ada pada sosial network sensor dapat dimanfaatkan pada saat terjadi bencana alam seperti deteksi kejadian bencana, pencarian lokasi korban,atau sebagai inisiasi bantuan dari khalayak umum (Kryvasheyeu *et al*., 2015).

1. ***Natural Language Processing***

*Natural Language Processing* atau biasa disingkat NLP merupakan salah satu cabang dari *Artificial Intelligance* yang memiliki fokus pada interaksi antara manusia dan komputer dengan menggunakan bahasa natural. Tujuan utama dari NLP adalah untuk membaca, menguraikan, dan memahami arti dari bahasa manusia. Ada berbagai macam contoh penggunaan NLP, seperti aplikasi penerjemah bahasa Google Translate, pengecekan tata bahasa pada Microsoft Word, aplikasi asisten pribadi seperi siri dan cortana, serta pemanfaatan lainnya (Garbade, 2018).

1. ***Convolutional Neural Network***

*Convolutional Neural Network* (CNN atau ConvNet) adalah salah satu jenis dari jaringan saraf tiruan yang berguna untuk mengekstraksi dan mengklasifikasi fitur yang dapat meneruskan nilai ke lapisan berikutnya tanpa menghilangkan informasi spasial. Fitur CNN ini cocok untuk memanfaatkan informasi spasial seperti kesamaan semantik antara kata-kata dalam suatu kalimat. CNN terdiri dari lapisan input, multiple hidden, dan output. Lapisan-lapisan ini terdiri dari peta fitur dan lapisan yang terhubung penuh dengan lapisan konvolusional dan lapisan penyatuan. Lapisan konvolusional dan lapisan gabungan mengekstrak karakteristik nilai input dan memetakan nilai yang diekstraksi ke fitur peta. Dalam proses ini, karakteristik kalimat dapat diekstraksi melalui kesamaan semantik antara kata-kata yang membentuk kalimat, dan kemudian lapisan yang terhubung sepenuhnya memiliki nilai klasifikasi dari fitur yang diekstraksi untuk klasifikasi. Proses CNN adalah sebagai berikut. Di dalam lapisan input, data yang diuraikan dilewatkan ke peta fitur. Data disimpan pada spesifik lokasi di lapisan konvolusional dari peta fitur. Lapisan convolutional melakukan operasi konvolusional pada data dan memetakannya ke lapisan penyatuan. Data melakukan maks operasi pooling sebelum dipetakan ke layer pooling. Penyatuan maks melibatkan penggalian nilai terbesar dari hasil lapisan sebelumnya. Selanjutnya, CNN menciptakan lapisan yang sepenuhnya terhubung yang menggabungkan semua lapisan konvolusional dan penyatuan. Lapisan yang sepenuhnya terhubung akhirnya menampilkan hasilnya ke lapisan keluaran. (Jang, 2019).



Gambar 1. Model umum CNN

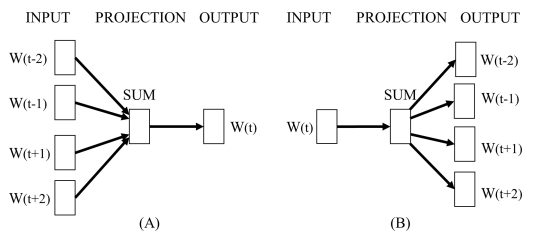
Sumber : https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220976.g002

1. ***Word Embedding***

*Word embedding* atau juga dikenal sebagai *word vector representation* adalah salah satu teknik untuk merubah sebuah kata menjadi sebuah vektor atau array yang terdiri dari kumpulan angka. *Word embedding* digunakan untuk mentransformasikan kata dalam vektor yang mewakili makna dari kata tersebut dan bervariasi dalam hal dimensi. Untuk mengubah kata menjadi vektor maka feature dari kata tersebut akan diambil dan dilakukan pembelajaran khusus pada feature tersebut untuk mengubah nya menjadi vektor (Mikolov *et al*., 2013a). Ada 3 jenis *word embedding* yang populer saat ini yaitu *Word2vec, FastText,* dan *GloVe.*

**5.4.1 *Word2vec***

*Word2vec* adalah suatu algoritma word embedding yang dibuat oleh Mikolov et al (2013b) untuk melakukan pemetaan kata menjadi vector termasuk makna dan konteks kata dalam dokumen. Metode Word2Vec bertujuan untuk menemukan hubungan tersembunyi pada kata. Metode ini memiliki 2 model arsitektur, yaitu Continous Bag-of-Words (CBOW) dan Skip-Gram. Kedua model arsitektur ini terdiri dari lapisan input, projection, dan output walaupun proses untuk hasil outputnya berbeda. Lapisan input menerima W*n* = {W(t-2),W(t-1),. . .,W(t+1),W(t+2)} sebagi argumen dimana *Wn* adalah kata. Lapisan projection menyesuaikan dengan array vektor multidimensi dan menyimpan jumlah dari beberapa vektor. Selanjutnya lapisan output menampilkan vektor hasil dari lapisan projection (Jang *et al*, 2019). Model CBOW bertujuan untuk memprediksi target kata dari konteks kata dari vektor yang berdekatan, sedangkan model Skip-Gram bertujuan untuk memprediksi probabilitas kata yang dapat menjadi konteks kata dari target kata yang ada (Mikolov *et al*., 2013a)



Gambar 2. Model Arsitektur (A) CBOW dan (B) Skip-gram

Sumber : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220976.g001>

**5.4.2 *FastText***

*FastText* adalah sebuah library yang dikembangkan oleh Facebook yang dapat digunakan untuk word embedding. *FastText*  merupakan pengembangan dari library *Word2vec. FastText* memiliki beberapa keunggulan dibanding *Word2vec* yaitu kemampuan untuk menangani permasalahan *out-of-vocabolary* atau permasalahan ketika kata yang digunakan sebagai data tidak terdapat pada *corvus,* seperti kata-kata yang tidak baku. Sama seperti *Word2vec, FastText* juga dapat menggunakan 2 algoritma word embedding yaitu Continus Bag Of Word (CBOW) dan Skip-gram (Adam, 2019).

**5.4.3 *GloVe***

*GloVe* atau *Global Vectors* adalah salah satu teknik untuk mengubah kata menjadi vektor global sebagai representasi kata. *GloVe* merupakan algoritma pembelajaran tanpa pengawasan yang dikembangkan oleh Stanford untuk word embedding dengan menggabungkan matriks co-kejadian kata-kata global dari corpus. Word embedding yang dihasilkan menunjukkan substruktur linear yang menarik dari kata dalam ruang vektor (Chawla, 2018).

1. **Keaslian Penelitian**

Berikut ini adalah tabel yang menunjukan perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 1. Keaslian Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Peneliti | Judul | Ekstraksi Fitur | Klasifikasi | Data | Hasil |
| 1. | Zahra et al; 2019. | Automatic identification of eyewitness messages on twitter during disasters | n-gram dan TF-IDF | Random Forest | Twitter | Menghasilkan model klasifikasi jenis pesan saksi mata bencana |
| 2. | Nguyen et al; 2016. | Rapid Classification of Crisis-Related Data on Social Networks using Convolutional Neural Network | Word2vec, n-gram dan TF-IDF | Logistic Regression, Random Forest, SVM, dan CNN | Tweet bencana alam | Menghasilkan klasifikasi berbasis neural network untuk klasifikasi data yamg berhubungan dengan bencana |
| 3. | Jang et al; 2019. | Word2vec convolutional neural networks for classification of news articles and tweets | Word2vec skip-gram dan CBOW | CNN | Artikel berita dan cuitan twitter | Menghasilkan perbandingan akurasi klasifikasi menggunakan CNN dengan skip-gram. CNN dengan CBOW, dan CNN tanpa word2vec |

Tabel 2. Tabel Perancangan Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Peneliti | Judul | Ekstraksi Fitur | Klasifikasi | Data | Hasil |
| 1. | Rinaldi | Social Network Sensor Untuk Identifikasi Saksi Mata Pada Bencana Kebakaran Hutan Menggunakan  Convolutional Neural Network | Word embedding (Word2vec, FastText, GloVe) | CNN | Twitter | Menghasilkan model klasifikasi dengan metode *convolutional neural network* dan ekstraksi fitur *Word embedding* untuk identifikasi saksi mata bencana kebakaran hutan |

1. **Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan semestinya sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan tetap berada pada ruang lingkupnya, maka berikut ini adalah batasan masalah pada penelitian ini:

1. Metode yang digunakan untuk klasifikasi adalah *Convolutional Neural Network* dengan skenario pengujian klasifikasi menggunakan CNN + *word2vec*, CNN + *FastText*, dan CNN + *GloVe*
2. Data penelitian yang digunakan adalah tweet bencana kebakaran hutan dari tahun 2015-2019 dengan jumlah 3000 data yang dibagi menjadi 1000 akan diberi label saksi mata, 1000 data dengan label bukan saksi mata, dan 1000 data dengan label tidak diketahui sebagai data latih serta 2000 data tanpa label untuk data uji.
3. Parameter yang diperhatikan pada penelitian ini adalah tingkat akurasi yang dihasilkan berdasarkan skenario pengujian.
4. **Metode Penelitian**
5. **Jenis Penelitian**

Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Case Studies* *Research* yang merupakan penelitian dengan memusatkan perhatian pada suatu kasus tertentu dengan menggunakan individu atau kelompok sebagai bahan studinya. Penggunaan penelitian studi kasus ini biasanya difokuskan untuk menggali dan mengumpulkan data yang lebih dalam terhadap obyek yang diteliti untuk dapat menjawab permasalahan yang sedang terjadi. Sehingga bisa dikatakan bahwa penelitian bersifat deskriptif dan eksploratif.

1. **Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat Keras
2. Prosesor :
3. RAM :
4. Monitor :
5. Perangkat Lunak
6. Windows 10
7. Microsoft Word 2013
8. Microsoft Excel 2013
9. Visio 2013
10. Python
11. Anaconda
12. Scikit-learn tool

1. **Prosedur Penelitian**

Adapun alur penelitian yang dilaksanakan dalam penelitian ini sebagai berikut.



1. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan untuk penelitian adalah data dari twitter mengenai bencana kebakaran hutan yang terjadi di Indonesia dalam rentang waktu tahun 2015-2019. Data kemudian akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data latih yang akan diberi label secara manual dan data uji tanpa label.

1. *Preprocessing*

Data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan tahap *preprocessing* untuk membersihkan data untuk memperoleh informasi seakurat mungkin dari teks dan mengubah noise dari fitur dimensi tinggi ke dimensi rendah. Tahapan *preprocessing* yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. *Remove Duplicate*

Pada tahap ini, data akan disortir dengan menghapus data ganda yang didapatkan. Data ganda yang dihapus adalah data yang memiliki tweet id yang sama.

1. *Labeling*

Data yang telah berhasil disortir kemudian selanjutnya akan diberikan pelabelan secara manual, yaitu (i) saksi mata, (ii) non saksi mata, dan (iii) tidak diketahui.

1. *Removing*

Menghapus karakter-karakter yang tidak berkontribusi pada *sentiment analysis* sehingga hanya menyisakan karakter alfabet. Pada proses ini beberapa field, seperti username, hashtag, url, RT, dan juga simbol/karakter serta angka akan dihapus.

1. *Data Cleaning*

Proses mendeteksi dan memperbaiki atau menghapus data yang rusak atau tidak akurat agar dapat menambah akurasi proses Selain itu kata-kata yang tidak baku akan diperbaiki sesuai kaidah bahasa Indonesia.

1. *Case Folding*

Pada proses ini, seluruh kata akan dirubah menjadi *lower case* atau huruf kecil.

1. *Tokenizing*

*Tokenizing* adalah proses mengubah teks menjadi token sebelum mengubahnya menjadi vector. Juga lebih mudah untuk menyaring token yang tidak perlu. Misalnya, dokumen menjadi paragraf atau kalimat menjadi kata-kata. Dalam hal mengubah tweet menjadi kata.

1. *Stopword Removal*

*Stopword* merupakan proses untuk menghilangkan kata umum yang biasanya sering muncul dan dalam jumlah besar serta dianggap tidak memiliki makna, seperti “di”, “yang, “ke”, dan lain-lain.

1. *Stemming*

Pada proses *stemming* akan dilakukan proses untuk menghilangkan imbuhan pada setiap kata, baik awalan atau akhiran.

1. *Feature Extraction*

Pada tahap ini, data yang telah melewati tahap *preprocessing* akan diubah strukturnya agar mudah diklasifikasi. *Feature extraction* yang digunakan adalah word embedding yaitu *Word2vec, FastText,* dan *GloVe.*

1. *Data Mining*

Setelah melalui tahap *feature extraction*, dataset dibagi menjadi dua bagian (data latih dan data uji). Pada tahapan ini dilakukan klasifikasi menggunakan *Convolutional Neural Network.*

1. *Evaluation*

*Evaluation* merupakan tahapan penilaian hasil dari teknik *data mining* yang telah dilakukan sebelumnya.

* 1. **Jadwal Penelitian**

Jadwal penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Jadwal Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Kegiatan** | **BULAN I** | | | | **BULAN II** | | | | **BULAN III** | | | |
| **I** | **II** | **III** | **IV** | **I** | **II** | **III** | **IV** | **I** | **II** | **III** | **IV** |
| 1. | Pengumpulan dan Analisis Data |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. | Preprocessing Data |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Pengujian Metode |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. | *Knowledge Presentation* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. | Pembuatan Laporan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **Daftar Pustaka**

Adam, Rian. 2019. *Word Embedding Bahasa Indonesia menggunakan Fasttext (Part 1).*

https://structilmy.com/2019/04/word-embedding-bahasa-indonesia-menggunakan-fasttext-part-1/

(diakses tanggal 23 Maret 2020)

Breslin, J., Decker, S., Hauswirth, M., Hynes, G., Phuoc, D. L., Passant, A., Polleres, A., Rabsch, C., Reynolds, V. (2009). *Integrating Social Networks and Sensor Networks.* Proceedings of the W3C Workshop on the  
Future of Social Networking, Barcelona,

Chawla, Japneet Singh. 2018. *Word Vectorization using GloVe.*

<https://medium.com/@japneet121/word-vectorization-using-glove-76919685ee0b>

(diakses tanggal 23 Maret 2020)

Christakis, N. A., & Fowler, J. H. (2010). Social network sensors for early detection of contagious outbreaks. *PLoS ONE*, 5(9), e12948–e12948.

Garbade, M. J. 2018. *A Simple Introduction to Natural Language Processing. Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine.*

<https://becominghuman.ai/a-simple-introduction-to-natural-language-processing-ea66a1747b32>

(diakses tanggal 17 Maret 2020)

Hernandez-Suarez, A., Sanchez-Perez, G., Toscano-Medina, K., Perez-Meana, H., Portillo-Portillo, J., And Luis, V. S., & Javier Garcia Villalba, L. (2019). Using Twitter Data to Monitor Natural Disaster Social Dynamics: A Recurrent Neural Network Approach with Word Embeddings and Kernel Density Estimation. *Sensors (Basel, Switzerland),* 19(7).

Imran, M., Castillo, C., Diaz, F., & Vieweg, S. (2015). Processing social media messages in mass emergency: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR),* 47(4), 67.

Jang B, Kim I, Kim JW (2019) Word2vec convolutional neural networks for classification of news articles and tweets. *PLoS ONE* 14(8): e0220976.

Kryvasheyeu, Y., Chen, H., Moro, E., Van Hentenryck, P., & Cebrian, M. (2015). Performance of Social Network Sensors during Hurricane Sandy. *PLoS ONE*, 10(2), 1–19.

Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., and Dean, J. (2013a). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. *ArXiv Prepr.* ArXiv13013781.

Mikolov, T., Yih,W., Zweig,G. (2013b). Linguistic Regularities in Continuous Space Word Representations. Proceedings of NAACL-HLT 2013, pages 746–751.

Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., and Dean, J. (2013c). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. *In Advances in Neural Information Processing Systems*, pages 3111–3119.

Nguyen, D. T., Al Mannai, K. A., Joty, S., Sajjad, H., Imran, M., & Mitra, P. (2016). *Rapid classification of crisis-related data on social networks using convolutional neural networks*. Proceedings of the AAAI conference on web and social media.

Șerban, O., Thapen, N., Maginnis, B., Hankin, C., & Foot, V. (2019). Real-time processing of social media with SENTINEL: A syndromic surveillance system incorporating deep learning for health classification. *Information Processing & Management*, 56(3), 1166–1184.

Vieweg, S., Hughes, A. L., Starbird, K., & Palen, L. (2010). Microblogging during two natural hazards events: What twitter may contribute to situational awareness*. Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*. ACM1079–1088.

Zahra, K., Imran, M., & Ostermann, F. O. (2020). Automatic identification of eyewitness messages on twitter during disasters. *Information Processing and Management*, 57(1), 102107.