**REVIEW LITERATUR TENTANG PENGAPLIKASIAN MODEL NEURAL NETWORK**

**Masalah dalam RNN standar dan LTSM**

Dua masalah dalam *standard RNN* adalah masalah *exploding gradient* dan *vanishing* *gradient*. *Exploding gradients* berarti nilai gradien pada suatu fungsi eror mendeka

***Vanishing Gradient***

*Vanishing Gradient* terjadi ketika gradien menjadi semakin kecil seiring bergeraknya sistem ke belakang (ke *time step* sebelumnya) selama *backpropagation*.

Ketika pembaruan *weight* sangat kecil, waktu pelatihan akan memakan waktu terlalu lama, dan dalam kasus terburuk, ini dapat sepenuhnya menghentikan pelatihan.

Masalah *vanishing gradient* terjadi saat fungsi aktivasi sigmoid dan tanh antara 0 hingga 0,25 dan 0 hingga 1. Oleh karena itu, nilai *weight* yang diperbarui kecil sehingga nilai *weight* baru sangat mirip dengan nilai bobot lama. Perbedaan yang semakin kecil membuat *gradient* berikutnya menjadi semakin kecil hingga menjadi nol.

Masalah ini dapat dihindari dengan menggunakan fungsi aktivasi ReLU karena gradiennya adalah 0 untuk input negatif dan nol serta 1 untuk input positif.

***Exploding Gradient***

*Exploding gradient* terjadi ketika *gradient* menjadi semakin besar saat dilakukan proses mundur selama *backpropagation*. Situasi ini adalah kebalikan dari masalah *vanishing gradient*.

Masalah ini terjadi karena *weight* bukan karena fungsi aktivasi. Nilai *weight* yang tinggi membuat nilai *gradient* juga tinggi sehingga *weight* baru memiliki nilai *gradient* yang sangat besar. Hal ini mengakibatkan osiliasi di sekitar minimum dan tidak pernah mencapai titik minimum global.

<https://www.numpyninja.com/post/vanishing-and-exploding-gradients-in-neural-networks>

**Long Short-Term Memory (LSTM)**

LSTM adalah ekstensi dari RNN, yaitu dengan memperbesar memori. LSTM digunakan sebagai *building blocks* dari layer-layer RNN. Kemampuan memori besar dari LSTM disebabkan oleh informasi yang tersimpan dalam memori sehingga LSTM dapat membaca (*read),* menulis (*write*), dan menghapus (*delete)* informasi yang tersimpan dalammemori. Memori ini tersimpan dalam *gated cell* yang berfungsi membuat keputusan menyimpan atau menghapus suatu informasi berdasarkan tingkat kepentingan (*importance)* informasi tersebut. Proses *assigning the importance* ini juga dilakukan melalui *weights* yang juga melalui proses *training* dalam algoritma *(it learns over time what information is important and what is not).*

Masalah *vanishing gradient* terselesaikan karena LSTM dapat menjaga besar *gradient* sehingga akurasi *training* menjadi tinggi dan memakan waktu yang lebih sedikit.

LSTM menggunakan gerbang analog dalam bentuk sigmoids sehingga memungkinkan dilakukannya *backpropagation* (karena sifat analognya)

<https://builtin.com/data-science/recurrent-neural-networks-and-lstm>

**Artificial Neural Network yang Telah Digunakan pada Penelitian Serupa**

* Characterization of external short circuit faults in electric vehicle Li-ion battery packs and prediction using artificial neural networks [<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114253>]
  + Secara eksplisit dia pake BPNN:

*In this paper, a back-propagation neural network (BPNN) model is employed to predict the ESC cell current based on the measured voltage information (p.5).*

* + Secara implisit dia pake RNN:

*The current at time instant t is determined by the voltages at time instant t and the previous four-time intervals (p.5).* (Ini adalah karakteristik RNN)

* A Complete Machine Learning Approach for Predicting Lithium-Ion Cell Combustion [<https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106887>]
  + Pake RNN
* Predicting Thermal Runaway in Li-Ion Battery Employing Machine Learning Framework [<https://iopscience.iop.org/article/10.1149/MA2020-012429mtgabs/meta>]
  + Gabungan antara CNN + LTSM (versi lebih bagusnya dari RNN)
* A Neural Network-Based Method for Thermal Fault Detection in Lithium-Ion Batteries [<https://sci-hub.se/10.1109/TIE.2020.2984980>]
  + LSTM (versi 1 level di atas RNN)
* A Fast Charging–Cooling Coupled Scheduling Method for a Liquid Cooling-Based Thermal Management System for Lithium-Ion Batteries [<https://www.engineering.org.cn/en/10.1016/j.eng.2020.06.016>]
  + Feedforward, LM, backpropagation
* Machine Learning and Computer Vision Techniques to Predict Thermal Properties of

Particulate Composites [<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2010/2010.01968.pdf>]

* + Convolutional neural network (CNN)
* Li-ion battery temperature estimation based on recurrent neural networks
  + In this work, two types of recurrent neural networks (RNNs), which are long short-term memory-RNN (LSTM-RNN) and gated recurrent unit-RNN (GRU1-RNN)
* Data-model alliance network for the online multi-step thermal warning of energy storage system based on surface temperature diffusion
  + The multi-scale LSTM prediction network has two inputs and two LSTM networks
* Fault prognosis of battery system based on accurate voltage abnormity prognosis using long short-term memory neural networks
  + LSTM
* 2019 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis (ICCCBDA)
  + Wang et al. proposed a power consumption predicting and anomaly detection approach based on LSTM.

Kesimpulan:

* Kebanyakan penelitian prediksi masalah termal pada baterai Li-ion menggunakan arsitektur jenis *recurrent*
* Standard RNN adalah jenis ANN paling sederhana dalam kategori *recurrent* yang juga melibatkan konsep *backpropagation* dengan istilah BPTT
* Penggunaan RNN melahirkan dua masalah, *vanishing gradient* dan *exploding gradient* yang dapat diatasi menggunakan beberapa pendekatan
* Mayoritas menggunakan jenis LSTM, yaitu versi lebih lanjut daripada *standard RNN* yang secara otomatis menyelesaikan dua masalah pada *standard RNN*.
* Algoritma paling sederhana dalam ANN adalah algoritma *gradient descent* dengan menggunakan konsep *error function*. Output yang diinginkan dibandingkan dengan input, nilai eror yang didapat kemudian menjadi dasar dilakukannya *backpropagation* untuk merevisi nilai *weight* dengan cara mengurangi nilai *weight* lama dengan nilai *learning rate* yang dikalikan dengan nilai *gradient* dari fungsi *error* beberapa kali hingga mencapai nilai yang optimal

1The key difference between GRU and LSTM is that GRU's bag has two gates that are reset and update while LSTM has three gates that are input, output, forget. GRU is less complex than LSTM because it has less number of gates. If the dataset is small then GRU is preferred otherwise LSTM for the larger dataset

Apa semua RNN pke BPNN? Ya, tp berubah Namanya jd BPTT, tp BPTT ada gap yg buat dia ga akurat, shg ada yg beralih ke TLMP yg menyelesaikan masalah itu

*Most of the time when implementing a recurrent neural network in the common programming frameworks, backpropagation is automatically taken care of, but you need to understand how it works to troubleshoot problems that may arise during the development process.*

[*https://builtin.com/data-science/recurrent-neural-networks-and-lstm*](https://builtin.com/data-science/recurrent-neural-networks-and-lstm)