PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL NETWORK-LONG SHORT TERM MEMORY

SKRIPSI



Disusun Oleh WULAN WAHYU KUSUMA WARDANI H72217063

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama

: Wulan Wahyu Kusumawardani

NIM

H72217063

Program Studi :

Matematika

Angkatan

2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL NETWORK-LONG SHORT TERM MEMORY". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 8 Juli 2021

Yang menyatakan,

Wulan Wahyu Kusumawardani

NIM. H72217063

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : Wulan Wahyu Kusumawardani

NIM : H72217063

Judul Skripsi : PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH

MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL

NETWORK-LONG SHORT TERM MEMORY

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 8 Juli 2021

Pembimbing I

Nurissaida Ulinnuha, M.Kom

NIP. 199011022014032004

Pembimbing II

Lutfi Hakim, M.Ag

NIP. 197312252006041001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika

UIN Sunan Ampel Surabaya

Aris Fanani, M.Kom

NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : Wulan Wahyu Kusumawardani

NIM : H72217063

Judul Skripsi : PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH

MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL

NETWORK-LONG SHORT TERM MEMORY

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 8 Juli 2021

Mengesahkan, Tim Penguji

Penguji L

Nurissaidal Ulinnuha, M.Kom

NIP. 199011022014032004

Penguji II

Lutfi Hakim, M.Ag

NIP. 197312252006041001

Penguji III

Putroue Keumala Intan, M.Si

NIP. 198805282018012001

Penguji IV

Wika Dianita Utami, M.Sc

NIP. 199206102018012003

ERIAN Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

V Sunan Ampel Surabaya

natur Rusydiyah, M.Ag

212272005012003



KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300 E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akad	demika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:
Nama	: MULAN WAHYU KUSUMAWARDANI
NIM	: H72217063
Fakultas/Jurusan	: SAINTEK / MATEMATIKA
E-mail address	: wulanwahyu 321 Ogmail. com
UIN Sunan Ampel ☑ Sekripsi □ yang berjudul :	gan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah: Tesis Desertasi Lain-lain () TA SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAAN METODE RECURRENT
	WORK-LONG SHORT TERM MENOUORY
Perpustakaan UIN mengelolanya da menampilkan/men akademis tanpa pe	yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, dam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan npublikasikannya di Internet atau media lain secara fulltext untuk kepentingan erlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai an atau penerbit yang bersangkutan.
	uk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN baya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta saya ini.
Demikian pernyata	an ini yang saya buat dengan sebenarnya.
	Surabaya, 13 Agustus 2021
	Penulis

ABSTRAK

PREDIKSI HARGA SAHAM SYARIAH MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL NETWORK-LONG SHORT TERM MEMORY

Investasi adalah kata yang banyak diperbincangkan saat ini. investasi dapat dalam bentuk real asset maupun financial asset. Finanical asset memiliki banyak produk di dalamnya, salah satunya yakni saham. Saham merupakan bukti kepemilikan atas suatu perusahaan. Saham yang digunakan dalam penelitian ini yakni saham PT Telkom Indonesia Tbk (TLKM). Saham TLKM dipilih dikarenakan TLKM memiliki 163 juta pelanggan serta menduduki peringkat 1 dalam jumlah pelanggan selul<mark>er yang</mark> ada di Indonesia pada tahun 2018. Harga saham di pasar modal sangat fluktuatif, dapat naik maupun turun dalam waktu yang singkat. Untuk itu prediksi menjadi hal yang dapat dipertimbangkan dalam proses jual atau beli saham. Metode recurrent neural network-long short term memory dipilih sebagai metode yang dapat membantu dalam hal peramalan harga saham ini. LSTM memiliki kelebihan yakni dapat menangani masalah gradien yang menghilang pada pemrosesan data sekuensial jangka panjang. Dilakukan uji coba yang meliputi pola time series, neuron hidden, max epoch, dan batch size untuk mendapatkan model prediksi yang optimal. Parameter terbaik yang diperoleh yakni pola time series sebesar 5, Neuron hidden sebesar 5, max epoch sebesar 50, dan batch size sebesar 4. Hasil yang diperoleh dalam menggunakan metode ini yakni nilai RMSE sebesar 117,266 dan nilai MAPE sebesar 2,980%. Nilai MAPE tersebut kurang dari 10%, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil dari peramalan harga saham menggunakan metode RNN-LSTM memiliki akurasi yang baik.

Kata kunci: Harga saham, TLKM, Recurrent Neural Network, Long Short Term Memory

ABSTRACT

PREDICTION OF SHARIA STOCK PRICE USING THE RECURRENT NEURAL NETWORK-LONG SHORT TERM MEMORY

Investment is a word that is being talked about a lot today. Investment can be in the form of real assets or financial assets. Financial assets have many products in it, one of which is stock. Shares are proof of ownership of a company. The shares used in this study are shares of PT Telkom Indonesia Tbk (TLKM). TLKM shares were chosen because TLKM has 163 million subscribers and was ranked 1st in the number of cellular subscribers in Indonesia in 2018. The stock price in the capital market is very volatile, it can go up or down in a short time. For this reason, prediction is something that can be considered in the process of buying or selling shares. The recurrent neural network-long short term memory method was chosen as a method that can help in forecasting stock prices. LSTM has the advantage of being able to deal with the problem of vanishing Gradient in long term sequential data processing. The best parameters obtained are time series patterns of 5, hidden neurons of 5 and max epochs of 50. The results obtained using this method are the RMSE value of 117,266 and the MAPE value of 2,908%. The MAPE value is less than 10%, so it can be said that the results of stock price forecasting using the RNN-LSTM method have good accuracy.

Keywords: Stock price, TLKM, Recurrent Neural Network, Long Short Theme Memory

DAFTAR ISI

HA	LAN	IAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEN	MBA	R PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PEN	NGE	SAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
LEN	MBA	R PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABS	STR	AK	vi
ABS	STR	ACT	vii
DAl	FTA]	R ISI	viii
DAl	FTA]	R TABEL	X
DAl	FTA]	R GAMBAR	хi
I	PEN	DAHULUAN	1
	1.1.	Latar Belakang	1
	1.2.	Rumusan Masalah	7
	1.3.	Tujuan Penelitian	7
•	1.4.	Batasan Masalah	7
	1.5.	Manfaat Penelitian	8
•	1.6.	Sistematika Penulisan	9
II T	ΓINJ	JAUAN PUSTAKA	10
,	2.1.	Prediksi	10
,	2.2.	Pasar Modal	11
,	2.3.	Saham	12
,	2.4.	Normalisasi	15
,	2.5.	Recurrent Neral Network	16
,	2.6.	Long Short Term Memory	17
,	2.7.	Denormalisasi	26
,	2.8.	Root Mean Square Error (RMSE)	26
,	2.9.	Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	27
,	2.10.	Integrasi Keilmuan	28

	2.10.1	. Prediksi dalam Islam	28
	2.10.2	2. Transaksi yang dilarang dalam Islam	30
III METODE PENELITIAN			37
3.1.	Jenis l	Penelitian	37
3.2.	Sumb	er Data	37
3.3.	Tahap	an Penelitian	38
IV HAS	SIL DA	N PEMBAHASAN	44
4.1.	Data y	yang digunakan	44
4.2.	Prepre	ocessing	46
	4.2.1.	Normalisasi	46
	4.2.2.	Pembagian Data Latih dan Data Uji	47
	4.2.3.	Pembentukan struktur pola <i>Time Series</i>	48
	4.2.4.	Inisialisasi Parameter	48
4.3.	Perhit	ungan Manu <mark>al R</mark> NN-L <mark>S</mark> TM	49
	4.3.1.	Denormali <mark>sas</mark> i	54
	4.3.2.	Evaluasi H <mark>asil</mark>	55
4.4.	Analis	sis Hasil Perhitungan Metode RNN-LSTM	56
4.5.	Integr	asi keilmuan	61
V PEN	UTUP		63
5.1.	Simpu	ılan	63
5.2.	Saran		64
DAFTA		TAKA	65

DAFTAR TABEL

2.1	Kategori range nilai MAPE	28
4.1	Data harga penutupan harian PT Telkom Indonesia Tbk	45
4.2	Hasil normalisasi data	46
4.3	Pembagian data latih dan data uji	47
4.4	Data time series harga saham	48
4.5	Perhitungan manual	53
4.6	Perhitungan manual	54
4.7	Hasil perhitungan tanggal 1-5 Januari 2018	55
4.8	Perpaduan parameter jumlah pola time series	57
4.9	Perpaduan parameter jumlah pola neuron hidden	58
4.10	Perpaduan parameter max epoch	59
4.11	Perpaduan parameter <i>batch size</i>	60

DAFTAR GAMBAR

2.1	Arsitektur Recurrent Neural Network (sumber: Colan, 2015	1/
2.2	Perulangan pada RNN dengan satu <i>layer</i> (Sumber: Colah, 2015)	18
2.3	Perulangan pada LSTM (Sumber:Colah, 2015)	19
2.4	Cell state pada LSTM (Sumber: Colah, 2015)	20
2.5	Alur forget gate pada LSTM (Sumber: Colah, 2015)	21
2.6	Alur input gate pada LSTM (Sumber: Colah, 2015)	22
2.7	Alur memperbarui cell state pada LSTM (Colah, 2015)	23
2.8	Alur output pada LSTM (Colah, 2015)	24
3.1	Diagram alir metode RNN-LSTM	38
3.2	Alur preprocessing	39
3.3	Ilustrasi pola <i>time <mark>ser</mark>ies</i>	40
3.4	Alur pelatihan prediksi harga saham menggunakan RNN-LSTM	41
3.5	Alur pengujian prediksi harga saham menggunakan RNN-LSTM	42
4.1	Grafik pergerakan harga saham harian TLKM	44
4.2	Grafik perbandingan data aktual dan hasil prediksi	60

BABI

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini kata investasi sudah banyak diperbincangkan bahkan menjadi hal yang lazim di telinga masyarakat. Menurut kamus Bahasa Indonesia Kontemporer, investasi adalah kegiatan maupun usaha untuk mengalokasikan dana berupa modal seperti uang di suatu wadah seperti perusahaan maupun suatu proyek dengan maksud untuk mendapatkan keuntungan di masa depan. Pada penerapannya semua kegiatan dengan tujuan menambah kekayaan disebut investasi. Investasi bukan hanya dilakukan pada era modern ini saja. Pada era nenek moyang juga melakukan hal yang serupa, mereka menerapkan investasi tetapi pada jenis investasi yang berbentuk fisik atau dapat dilihat secara nyata misalnya tanah, rumah, kendaraan, emas, ternak, dan lain sebagainya yang berwujud dan memiliki nilai jual. Investasi yang berbentuk secara fisik ini sering disebut dengan investasi real assets. Seiring berkembangnya zaman dengan munculnya berbagai inovasi di bidang industri dan teknologi serta berubahnya pola pikir masyarakat dunia investasi juga mengalami perkembangan dimana investasi tidak hanya meliputi benda-benda atau segala hal yang berbentuk secara fisik tetapi merambah pada surat berharga seperti saham, deposito, obligasi, dan lain sebagainya. Investasi semacam ini biasanya disebut dengan investasi financial assets (Mudjiyono, 2012).

Investasi yang berupa surat berharga atau financial assets tersebut

diperdagangkan melalui pasar modal. Pasar modal adalah suatu tempat untuk mendanai suatu perusahaan dan pemerintah serta sebagai wadah atau tempat kegiatan berinvestasi bagi pemilik dana, sehingga dapat disimpulkan bahwa pasar modal sebagai tempat atau wadah untuk memfasilitasi kegiatan jual beli khususnya untuk surat berharga dan kegiatan terkait lainnya. Dalam penerapannya produk di pasar modal terbagi menjadi dua yakni pasar modal dengan cara investasi langsung dan tidak langsung. Produk dalam investasi langsung seperti obligasi dan saham, sedangkan produk investasi tidak langsung yaitu melalui reksadana (OJK, 2016).

Penduduk Indonesia dengan populasi sebagain besar beragama Islam mendorong agar seluruh kegiatan didasarkan pada prinsip syariah baik kegiatan jual beli, investasi, maupun kegiatan lainnya. Salah satu kegiatan yang terus berkembang dan mengikuti prinsip syariah yakni pasar modal syariah. Pasar modal syariah dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan umat Islam Indonesia untuk turut serta berperan dalam kegiatan ekonomi dalam pasar modal serta sebagai sarana investasi di pasar modal dengan prinsip syariah. Secara umum investasi adalah sarana untuk mengembangkan dana dengan tujuan untuk mencari untung serta untuk suatu perusahaan yakni untuk menjaga hubungan atar perusahaan (Didit Herlianto, 2013). Investasi ini adalah sebagian dari alokasi harta yang dimiliki. Harta yang dipunya merupakan titipan Allah SWT sehingga dalam penggunaan dan pengalokasiannya harus sebaik mungkin sebagaimana, firman Allah dalam surat Al-Hadid ayat 7:

Artinya: "Berimanlah kamu kepada Allah dan rasul-nya dan nafkahkanlah sebagian hartamu yang Allah telah menjadikan kamu menguasainya. Maka orang-

orang yang beriman diantara kamu dan menafkahkan (sebagian) dari hartanya memperoleh pahala yang besar".

Lembaga pasar modal yang terpercaya di Indonesia adalah Bursa Efek Indonesia (BEI). BEI adalah sebuah lembaga yang memberikan penawaran berupa investasi terbuka untuk para investor yang ingin berinvestasi pada perusahaan yang dipercaya menurut pribadi masing-masing. BEI memberikan layanan berupa jasa informasi, transaksi efek, dan fasilitas lainnya. Salah satu produk dari pasar modal yang dapat diperjualbelikan di BEI adalah saham. Saham merupakan bukti kepemilikan suatu perusahaan. Harga saham bukanlah sesuatu yang konstan ataupun stabil melainkan mengalami fluktuasi. Fluktuasi dalam harga saham disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yakni adanya permintaan dan penawaran atas saham tersebut. Permintaan dan penawaran diakibatkan oleh banyak hal, seperti performa perusahaan, bidang yang digeluti oleh perusahaan tersebut, serta beberapa faktor yang bersifat dominan seperti inflasi, nilai tukar mata uang, suku bunga. Selain itu juga kondisi sosial dan politik yang turut mengambil peran dalam pergerakan saham ini, dan juga masih banyak faktor lainnya (OJK, 2016). Di Bursa Efek Indonesia terdapat beberapa jenis indeks salah satunya yakni Jakarta Islamic Index (JII). JII merupakan salah satu indeks yang terdaftar di BEI dimana didalamnya terdapat 30 saham yang menganut pedoman syariah dalam berinvestasi, salah satu saham yg terindeks JII adalah PT Telkom Indonesia tbk. Dengan kata lain, saham-saham yang masuk kedalam JII adalah jenis saham yang memenuhi kriteria investasi dalam syariah islam (OJK, 2013).

Dilansir dari Statista pada Maret 2019, Indonesia masuk dalam urutan kelima dalam jumlah pengguna internet di dunia. Di Indonesia sendiri sebanyak 196,7 juta pengguna internet dari total jumlah penduduk Indonesia yakni 270,2

juta jiwa pada tahun 2020. Dari data tersebut terlihat bahwa selisih jumlah penduduk dengan pengguna internet masih terpaut cukup jauh, namun dengan berkembangnya era digital saat ini bukan tidak mungkin bahwa pengguna internet akan semakin naik. Hal tersebut dapat berdampak positif bagi penyedia jasa telekomunikasi. Dalam mengakses internet perlu adanya jaringan telekomunikasi. Salah satu jaringan telekomunikasi terbesar di Indonesia adalah PT. Telkom Indonesia Tbk. Berdasarkan survei, PT Telkom memiliki 163 juta pelanggan serta menduduki peringkat 1 dalam jumlah pelanggan seluler yang ada di Indonesia pada tahun 2018 yang dirilis oleh BEI. Serta berdasarkan survei yang dilakukan oleh Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada 2020 mencatat bahwa Telkomsel mendominasi dalam hal operator seluler untuk berinternet melalui ponsel yakni sebesar 45,1 %.

Harga saham di pasar modal sangat fluktuatif. Pergerakan harga saham meliputi saat harga saham sedang tinggi maupun saat berada di nilai terendah. Hal tersebut disebabkan oleh banyak faktor seperti laju inflasi, jumlah penawaran dan permintaan, kondisi perekonomian suatu negara dan masih banyak hal lainnya. Dengan banyaknya faktor yang mempengaruhi harga saham tersebut membuat para investor dalam berinvestasi di saham harus lebih jeli dalam menentukan waktu yang tepat untuk membeli, menjual, ataukah tetap mempertahankan sahamnya. Untuk itu perlu diperlukannya suatu informasi, pengetahuan serta prediksi dalam memperkirakan harga saham di kemudian hari. Hasil dalam prediksi harga saham inilah yang dapat membantu pada investor dalam membuat keputusan untuk melakukan suatu transaksi saham. Oleh karena itu, dengan adanya prediksi harga saham diharapkan dapat membantu para investor dalam melihat saham yang akan berkembang nantinya serta prospek investasi kedepannya

(Maulana dan Kumasari, 2019).

Dalam berkembangnya zaman, teknologi informasi serta ilmu-ilmu lainnya juga mengalami perkembangan yang signifikan, seperti dalam bidang teknologi informasi yakni jaringan syaraf tiruan. Jaringan syaraf tiruan adalah suatu metode kecerdasan buatan dimana dalam cara kerjanya terinspirasi dari cara kerja otak manusia yang kemudian diterapkan dalam program komputer. Cara kerja dari jaringan syaraf tiruan ini yakni dengan menerima informasi dari data yang telah dimasukkan kemudian diproses melalui bobot yang diterima. Jaringan syaraf tiruan ini juga dapat menerima serta mampu mengenali data dari masa lalu. Data dari masa lalu yang diolah oleh jaringan syaraf tiruan ini akan dipelajari dalam sistem dimana nantinya akan memiliki kemampuan dalam membantu mengambil keputusan terhadap data yang belum dipelajari. Hal tersebut terjadi dikarenakan sistem akan mempelajari pola yang terbentuk dari data masa lalu serta jaringan akan menyesuaikan bobot sebagai tanggapan dari pola yang tersedia (Hermawan, 2006).

Terdapat beberapa struktur Jaringan Syaraf Tiruan (JST) salah satunya yakni Recurrent Neural Network (RNN). RNN adalah jenis arsitektur dari jaringan syaraf tiruan yang proses kerjanya dengan inputan yang diproses secara berulang-ulang. Data yang sering digunakan dalam arsitektur RNN ini adalah data sekuensial. RNN sesuai untuk digunakan dalam mempelajari pola suatu data.

Long Short Term Memory (LSTM) merupakan salah satu varian atau jenis RNN. LSTM mampu menyimpan informasi pada pola-pola data serta dapat memilih data yang akan digunakan untuk proses selanjutnya dan data yang akan dibuang agar tidak ikut dalam tahapan selanjutnya dalam jaringan. Hal tersebut terjadi karena di dalam neuron LSTM terdapat gate yang memiliki tiga jenis yakni input gate,

forget gate, dan output gate yang dapat mengukur serta mimilah memori pada setiap neuron. Jaringan LSTM ini banyak digunakan dalam pemrosesan data time series, pemrosesan teks, video, dan lain-lain (Aldi, Jondri, dan Annisa, 2018).

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh (Maulana dan Kumasari, 2019) tentang Prediksi Harga Saham GGRM dengan data yang digunakan adalah data saham harian harga pembuka, penutup, tertinggi, dan terendah. Hasil penelitian saham dengan metode algoritma *neural network* ini didapatkan nilai RMSE sebesar 612,474 +/- 89,402. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Suyudi, Esmeralda, Asri, 2019) mengenai harga saham menggukanan metode *neural network* yaitu *Recurrent Neural Network*. Pada penelitian tersebut menggunakan beberapa variabel yakni harga terendah, harga tertinggi, harga buka, harga tutup, volume, rata-rata harga, dan pergerakan. Ketujuh variabel tersebut digunakan bersamaan dengan metode RNN menghasilkan akurasi sebesar 94% untuk data latih dan 55% untuk data uji. Akurasi diperoleh setelah pelatihan dengan menggunakan 1218 data.

Beberapa penelitian tentang prediksi dengan menggunakan metode LSTM diantaranya prediksi polusi udara perkotaan di Surabaya (Faishol, Endroyono, dan Astria, 2020) menghasilkan nilai RMSE sebesar 1,880. Peramalan beban listrik di *smart grid* oleh (Zhang, Wang, and Dong, 2017) yang membandingkan metode SVR, NNETAR, RMSE, NARX, dan SARIMA didapatkan hasil terbaik yakni metode LSTM dengan nilai RMSE sebesar 0,0702. Prediksi harga bitcoin oleh (Aldi, Jondri, dan Annisa, 2018) dan prediksi harga saham oleh (Zhao, Rao, and Tu, 2017). Dari masing-masing prediksi diatas didapatkan nilai akurasi sebesar 93,5%: 83.91%. Dapat diketahui bahwa LSTM memiliki akurasi yang cukup baik yaitu diatas 80%.

Berdasarkan pemaparan serta ditunjang dengan penelitian terdahulu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "*Prediksi Harga Saham Syariah Menggunakan Metode Recurrent Neural Network-Long Short Term Memory*" dengan studi kasus harga saham PT Telekom Indonesia Tbk.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah :

- 1. Bagaimana performa metode Recurrent Neural Network-Long Short Term Memory dalam memprediksi harga saham?
- 2. Bagaimana arsitektur jaringan terbaik yang didapatkan dari metode *Recurrent*Neural Network-Long Short Term Memory pada data saham TLKM?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah di atas, maka adapun tujuan penelitian ini :

- Mengetahui performa metode Recurrent Neural Network-Long Short Term Memory dalam memprediksi harga saham.
- Mengetahui arsitektur jaringan terbaik yang didapatkan dari metode Recurrent Neural Network-Long Short Term Memory pada data saham TLKM.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, serta agar penelitian ini lebih terarah maka peneliti menetapkan batasan masalah, diantaranya sebagai berikut:

- Saham yang dipilih adalah saham yang terdaftar di Jakarta Islamic Index (JII) yaitu saham PT Telkom Indonesia Tbk (TLKM).
- 2. Data yang digunakan yaitu data harga penutup harian saham (*close price*) yang masing-masing memiliki periode 1 Januari 2018 1 Desember 2020.
- 3. Metode yang digunakan yaitu RNN tipe LSTM.
- 4. Parameter yang digunakan antara lain:
 - (a) Pola time series: 1, 2, 3, 4, 5
 - (b) Max epoch: 50, 100, 500, 1000
 - (c) Neuron hidden: 5, 10, 15, 25, 30
 - (d) Batch size: 4, 16, 32, 64

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi investor dan masyarakat

Penelitian ini diharapkan mampu membantu para investor maupun menjadi reverensi dalam mengambil keputusan untuk membeli, menjual, atau tetap bertahan pada saham yang telah dimilikinya.

2. Bagi akademisi dan peneliti

Penelitian ini diharapkan mampu menjadi sarana pengembangan keilmuan khususnya di bidang prediksi harga saham dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Serta diharapkan penelitian ini dapat menjadi reverensi dalam pengembangan penelitian-penelitian selanjunya.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- BAB I: PENDAHULUAN Pada bab ini memaparkan tentang latar belakang penulisan skripsi, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- 2. Bab II: TINJAUAN PUSTAKA Pada bab ini membahas mengenai penjelasan konsep yang dijadikan dasar teori seperti peramalan, pasar modal, saham, metode *recurrent neural network*, *long short term memory*, normalisasi, denormalisasi, RMSE, MAPE, dan integrasi keilmuan.
- 3. Bab III: METODE PENELITIAN Pada bab ini memaparkan tentang jenis penelitian, data yang digunakan, dan tahapan penelitian.
- 4. BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN Pada bab ini berisikan penjelasan dari proses pelatihan dan pengujian model jaringan metode RNN-LSTM dalam peramalan harga saham pada waktu mendatang.
- 5. BAB V: PENUTUP Pada bab ini berisikan tentang gambaran secara umum berupa kesimpulan yang didapatkan dari penelitian harga saham menggunakan metode RNN-LSTM, serta saran untuk membantu dalam penelitian-penelitian selanjutnya agar lebih baik

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prediksi

Prediksi merupakan usaha seseorang dalam menerka suatu hal yang akan terjadi di masa akan datang dengan dilandasi oleh informasi yang berkaitan berdasarkan *history* yang ada atau data-data yang telah diperoleh di masa lalu dengan menggunakan metode ilmiah dalam proses prediksi tersebut (Fardhani, Insani, Simanjuntak, dan Wanto, 2018). Sedangkan menurut (Radjabaycolle dan Pulungan, 2016) prediksi adalah proses perkiraan terhadap hal yang terjadi di masa mendatang dengan pemikiran yang pragmatis dan sistematis berdasarkan data terkait di masa lalu dengan proses pengerjaan yang terarah dan dengan menggunakan teknik analisa serta menggunakan metode ilmiah, sehingga diharapkan dapat memberi objektivitas yang lebih baik. Berdasarkan sifatnya prediksi dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- Prediksi kualitatif adalah prediksi yang tidak dapat didasarkan pada angka atau nilai melainkan berdasarkan pendapat suatu pihak sehingga hasil prediksi ini sangat bergantung kepada penyusunnya. Hal tersebut dikarenakan hasil prediksi didasarkan pada pengetahuan, pendapat serta intuisi pembuatnya.
- 2. Prediksi kuantitatif adalah prediksi yang dapat didasarkan pada angka ataupun data yang didapat dari masa lalu.

Jenis prediksi yang digunakan dalam penelitian adalah prediksi kuantitatif. Dikarenakan data yang digunakan adalah data dari masa lalu berupa angka dengan runtutan waktu.

2.2. Pasar Modal

Pasar modal syariah adalah suatu kegiatan yang terdapat di pasar modal yang tidak bertentangan dengan prinsip syariah. Kegiatan pasar modal syariah dapat dikatakan halal dikarenakan pada dasarnya kegiatan tersebut masuk ke dalam kelompok muamalah seperti jual beli baik untuk saham, sukuk, obligasi dan lainnya selama dalam prosesnya tidak melanggar ketentuan yang telah disyariatkan. Kegiatan muamalah yang dilarang adalah kegiatan yang berkaitan dengan manipulasi dan spekulasi yang di dalamnya mengandung unsur riba, gharar, kedzhaliman, maksiat, dan lain-lain (Selasi, 2018).

Pasar modal syariah adalah suatu kegiatan yang menerapkan prinsip Islam didalam penerapannya didalam pasar modal. Pasar modal dapat dikatakan memenuhi prinsip Islam apabila dalam pelaksanaannya baik dalam hal mekanisme transaksi, pelaku pasar, efek yang ditransaksikan, serta infrastuktur pasar harus memenuhi prinsip-prinsip islam. Prinsip-prinsip dasar Islam yang utama di pasar modal terdiri atas pelarangan Riba, Gharar, Maysir, dan Kehalalan Barang (IOSCO, 2004).

Prinsip Islam di pasar modal syariah Indonesia mengacu pada peraturan OJK No.15/POJK.04/2015 tentang prinsip-prinsip hukum Islam dalam kegiatan di bidang pasar modal berdasarkan fatwa DSN-MUI. Fatwa DSN-MUI adalah salah satu rujukan dalam mengembangkan pasar modal syariah Indonesia. Hingga kini, terdapat 19 fatwa DSN-MUI yang berhubungan dengan pasar modal Syariah.

Terdapat 3 fatwa DSN-MUI yang menjadi dasar pengembangan pasar modal syariah khususnya saham yang meliputi:

- Fatwa DSN-MUI No: 40/DSN-MUI/X/2003 tentang Pasar Modal dan Pedoman Umum Penerapan Prinsip Syariah di Bidang Pasar Modal.
- Fatwa DSN-MUI No. 80/DSN-MUI/III/2011 tentang Penerapan Prinsip Syariah dalam Mekanisme Perdagangan Efek Bersifat Ekuitas di Pasar Reguler Bursa Efek.
- Fatwa DSN-MUI No. 124/DSN-MUI/XI/2018 tentang Penerapan Prinsip Syariah dalam Pelaksanaan Layanan Jasa Penyimpanan dan Penyelesaian Transaksi Efek Serta Pengelolaan Infrastruktur Investasi Terpadu.

2.3. Saham

Saham merupakan bukti kepemilikan atas suatu perusahaan. Harga saham bukanlah sesuatu yang konstan melainkan mengalami fluktuasi baik berupa kenaikan maupun penurunan. Hal ini dikarenakan adanya permintaan dan penawaran atas saham tersebut. Permintaan dan penawaran diakibatkan oleh banyak faktor, seperti faktor yang spesifik terhadap saham seperti kinerja perusahaan dan bidang yang digeluti oleh perusahaan tersebut serta faktor yang sifatnya makro seperti tingkat suku bunga, inflasi, nilai tukar dan faktor-faktor non ekonomi seperti kondisi sosial, politik, serta faktor lainnya (OJK, 2016).

Saham syariah adalah bukti kepemilikan atas suatu perusahaan di mana perusahaan tersebut harus mengikuti kriteria sebagai emiten syariah. Beberapa hal yang harus diperhatikan (Selasi, 2018):

1. Emiten tak bertentangan dengan syariat Islam. Dikatakan tidak bertentangan

dengan prinsip syariah apabila memenuhi prinsip syariah antara lain (OJK, 2016):

- (a) Perusahaan yang bidang usahanya tidak bertentangan dengan prinsip syariah seperti perusahaan rokok, minuman keras, perbankan yang menganut riba dan perjudian.
- (b) Perusahaan yang tingkat hutangnya tidak berlebihan dengan *Debt to Equity Ratio* makimal 82% atau *Debt Ratio* maksimal 45%.
- (c) Perusahaan yang memiliki pendapatan yang tidak memenuhi kaidah Syariah seperti bunga bank, namun pendapatan tersebut <10% total pendapatan perusahaan.
- 2. Sistem bagi hasil. Dalam sistem bagi hasil ini, pemegang saham berhak mendapatkan sebagian keuntungan yang diperoleh perusahaan tetapi jika perusahaan mendapatkan kerugian maka pemegang saham juga akan mendapatkan resiko yang sama pula.
- 3. Musyawarah guna mencapai kesepakatan bersama dalam menentukan bagi hasil antara untung dan rugi yang harusnya disepakati saat mencacatkan diri di saham. Dengan adanya kesepakatan bersama, pemegang saham bisa terlepas dari yang namanya ghahar maupun maysir.

Kriteria diatas menunjukkan kriteria saham dikatakan syariah. dilihat dari kriteria diatas saham TLKM masuk kedalam kategori saham syariah karena:

- 1. Emiten tak bertentangan dengan syariat Islam serta memenuhi prinsip syariah antara lain:
 - (a) Telkom mengategorikan portofolio produk menjadi lima segmen pertama yakni *Mobile* (Menyediakan layanan *legacy* seluler termasuk

voice dan SMS, mobile broadband, dan layanan mobile digital yang mencakup IoT, big data, layanan keuangan, VOD, musik, permainan, dan iklan digital.), kedua di bidang Consumer (fixed voice, fixed broadband, IP-TV dan digital), ketiga Enterprise] (Menyediakan layanan ICT dan platform yang mencakup konektivitas, layanan TI, data center dan cloud, proses bisnis outsourcing, perangkat, bisnis satelit. layanan digital), Wholesale International **Business** (Menyediakan layanan wholesale telecommunication carrier, bisnis internasional, bisnis tower/menara telekomunikasi, dan layanan infrastruktur dan manajemen jaringan), dan segmen lainnya (Menyediakan layanan digital seperti platform digital dan konten digital).

- (b) *Debt to Equity Ratio* (DER) pada tahun 2018 Telkom bernilai 0,38 atau sama dengan 38% dimana angka tersebut masih kurang dari 82% dari tingkat DER maksimal yang ditetapkan.
- 2. Telkom merupakan salah satu perusahaan yang sering membagikan dividen kepada pemegang saham setia tahunnya. Tahun 2019 Telkom membagikan dividen sebesar 90% dari laba bersihnya pada tahun 2018, atau sekitar 163 per lembar sahamnya.
- Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) setiap tahun rutin dilaksanakan PT
 Telkom untuk memebahas laporan keuangan, jumlah dividen yang akan dibagikan dan lain sebagainya.

Dalam penerapannya seleksi saham syariah terdiri atas dua kriteria utama, yaitu jenis usaha dan cara perusahaan mengelola usahanya. Jenis usaha dapat dilihat dari segi produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut halal atau haram.

Sedangkan cara perusahaan mengelola usahanya dilihat dari segi perbandingan riba yang terdapat pada keuangan perusahaan. Ketentuan seleksi saham syariah ini diatur dalam peraturan OJK Nomor 35 /POJK.04/2017 tentang kriterita dan penerbitan daftar efek syariah. Indeks saham syariah adalah variabel yang menunjukkan kinerja saham syariah atau pasar saham syariah. Indeks saham syariah merujuk pada kinerja saham syariah sebagai indikator dalam membandingkan serta mengukur kinerja portofolio saham syariah. Di Indonesia terdapat jenis indeks saham berbasis syariah diantaranya yakni Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI), Jakarta *Islamic Index* (JII), dan Jakarta *Islamic Index* 70 (JII70) (Abdalloh, 2018).

2.4. Normalisasi

Dalam rangka meminimalkan *error* perlu dilakukan normalisasi. Normalisasi berfungsi untuk menghindari terjadinya berbagai anomali data dan tidak konsistensinya data. Normalisasi ini juga bertujuan untuk merubah ukuran data menjadi lebih kecil tanpa harus merubah data asli. Teknik normalisasi yang digunakan adalah *min-max scaling*. Teknik ini digunakan untuk mengatasi perbedaan nilai yang cukup besar antar dataset. Cara kerjanya yakni dengan mengubah nilai pada data aktual menjadi nilai dengan skala (0,1) tanpa mengubah informasi yang ada. Teknik normalisasi dengan *min-max scaling* memiliki persamaan sebagai berikut (Aldi, Jondri, dan Annisa, 2018):

$$X' = \frac{(x - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})} \tag{2.1}$$

Dimana:

X' = Data hasil normalisasi

x = Data asli

 X_{min} = nilai minimum dari data x

 X_{max} = niali maximum dari data x

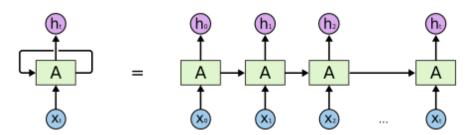
2.5. Recurrent Neral Network

Reccurent Neural Network (RNN) adalah salah satu jenis dari Artificial Neural Network yang telah dirancang khusus agar dapat memproses data sekuensial. RNN dapat memproses data dari masa lalu untuk proses pembelajarannya. Dikarenakan RNN dapat memproses data sekuensial maka RNN tersebut dapat juga digunakan dalam mengelola data time series. RNN memiliki struktur yang terdiri dari input layer, hidden layer, dan output layer. Aliran informasi RNN adalah satu arah yakni dari input layer menuju ke hidden layer, dan aliran informasi dari hidden layer yakni dari hidden layer sebelumnya ke hidden layer saat ini. Dapat dikatakan bahwa output dari hidden layer akan menjadi input bagi proses berikutnya (Larasati, 2020).

Dalam melakukan prediksi, RNN menggunakan data *input* pada waktu saat ini dan juga input dari data sebelumnya. Hubungan antar input tersebut dapat berguna untuk memberikan informasi kepada seluruh *hidden layer*. Sehingga dapat dikatakan bahwa RNN memiliki memori yang berisikan hasil rekaman informasi yang dihasilkan sebelumnya (Gulli, 2017).

Secara teori serta berdasarkan arsitektur dari RNN, bahwa RNN dapat menangani ketergantantungan jangka panjang. Tetapi dalam penggunaannya, RNN tidak dapat menangani ketergantungan jangka panjang. Hal tersebut di karenakan RNN tidak dapat menyimpan informasi sebelumnya dengan baik yang disebabkan

karena masalah gradien yang menghilang. Untuk menangani permasalahan tersebut Hochreiter & Schmidhuber pada tahun 1997 mengusulkan RNN dengan tipe khusus yang dikenal dengan LSTM (Larasati, 2020).

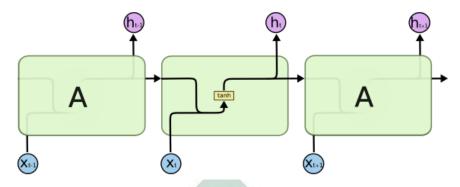


Gambar 2.1 Arsitektur Recurrent Neural Network (sumber: Colah, 2015

2.6. Long Short Term Memory

Long Short Term Memory (LSTM) adalah pengembangan dari arsitektur RNN. Hochreiter & Schmidhuber adalah tokoh dibalik munculnya metode LSTM yang pertama kali diperkenalkan ke publik pada tahun 1997. LSTM muncul di karenakan ada ketidakpuasan dalam arsitektur RNN untuk memproses data sekuensial jangka panjang. RNN memiliki kekurangan yakni gradien menghilang saat mengadopsi algoritma backpopagation (Wang, 2017).

LSTM dikatakan pengembangan dari RNN karena pada dasarnya mereka memiliki struktur yang sama yakni terdiri dari *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Perbedaannya terdapat pada susunan jaringan yang terdapat pada *hidden layer*. Pada RNN, *hidden layer* hanya terdiri dari satu layer sederhana dengan fungsi aktivasi tanh seperti Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Perulangan pada RNN dengan satu layer (Sumber: Colah, 2015)

Pada Gambar 2.2 diatas adalah perulangan pada RNN yang hanya terdiri dari satu *layer* yakni tanh *layer* yang akan dijabarkan pada Persamaan 2.2 berikut.

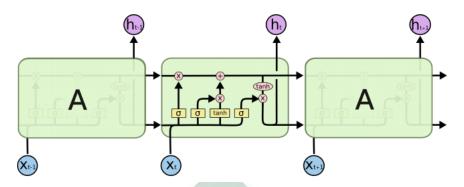
$$tanh(x) = 2\sigma(2x) - 1 \tag{2.2}$$

dimana:

 σ = fungsi sigmoid

x = data input

Sedangkan pada LSTM terdiri dari dua fungsi aktivasi yakni fungsi sigmoid dan tanh. Pada LSTM juga terdapat *memory cell* dan *gates* yang mana *gates* tersebut tersusun dari tiga *gates* yakni *forget gate, input gate*, dan *output gate*. Berikut adalah ilustrasi dari arsitektur LSTM pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Perulangan pada LSTM (Sumber: Colah, 2015)

Persamaan metode LSTM pada Gambar 2.3 diuraikan menjadi Persamaan 2.3. sebagai berikut.

$$f_{t} = \sigma(W_{f}.[h_{t-1}, x_{t}] + b_{f})$$

$$i_{t} = \sigma(W_{i}.[h_{t-1}, x_{t}] + b_{i})$$

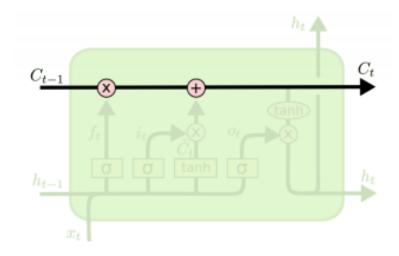
$$\bar{C}_{t} = tanh(W_{c}.[h_{t-1}, x_{t}] + b_{c})$$

$$C_{t} = f_{t} * C_{t-1} + i_{t} * \bar{C}_{t}$$

$$o_{t} = \sigma(W_{o}.[h_{t-1}, x_{t}] + b_{o})$$

$$h_{t} = o_{t} * tanh(C_{t})$$
(2.3)

Langkah-langkah LSTM seperti Gambar 2.3 di atas akan diuraikan satu per satu pada bagaian ini. *Cell state* adalah kunci utama di dalam metode LSTM. *Cell state* adalah garis horizontal yang melewati bagian atas diagram yang menghubungkan semua *output layer* pada LSTM seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Cell state pada LSTM (Sumber: Colah, 2015)

LSTM memiliki *gates* yang terdiri dari *sigmoid layer* dan *pointwise operation*. Dimana *gates* ini dapat menambah ataupun mengahapus informasi yang mana informasi tersebut akan diteruskan ataukah diberhentikan. *Sigmoid layer* ini akan memadatkan hasil output menjadi *range* [0,1]. Angka 0 menunjukkan informasi akan diberhentikan sedangkan angka 1 menunjukkan akan diteruskan. Persamaan sigmoid diuraikan pada Persamaan 2.4.

$$\sigma(x) = \frac{1}{(1 + \epsilon^{-x})} \tag{2.4}$$

dimana:

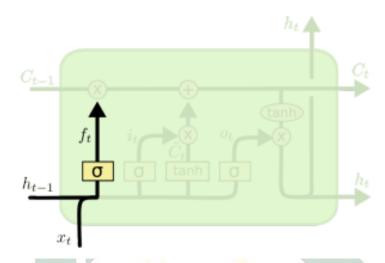
x = data input

 ϵ = konstanta matematika (2,71828 18284 59045 23536 02874 71352)

Panduan jalannya metode LSTM yakni sebagai berikut:

Langkah pertama berada pada *forget gate*. *Forget gate* ini akan memutuskan informasi apa yang akan di hilangkan dari *cell state*. Ini terjadi karena adanya *sigmoid layer* yang menghasilkan *output* angka antara 0 dan 1. *Forget gate* dihitung

dengan menggunakan data output sebelumnya h_{t-1} dan data input X_t saat ini seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Alur forget gate pada LSTM (Sumber: Colah, 2015)

Persamaan *forget gate* diuraikan pada Persamaan 2.5 berikut.

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$
 (2.5)

Dimana:

 $f_t = forget \ gate$

 σ = fungsi sigmoid

 W_f = nilai weight untuk forget gate

 h_{t-1} = nilai output sebelum orde ke t

 x_t = nilai input pada orde ke t

 b_f = nilai bias pada forget gate

Nilai weight dirumuskan dengan Persamaan 2.6

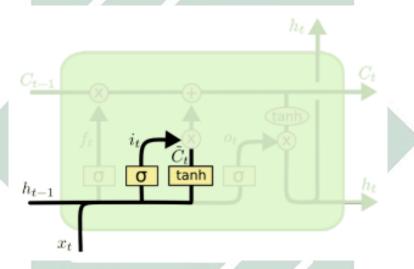
$$W = \left(-\frac{1}{\sqrt{d}}, \frac{1}{\sqrt{d}}\right) \tag{2.6}$$

Dimana:

W = weight

d = jumlah variabel

Tahap ini diilustrasikan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.6 Alur input gate pada LSTM (Sumber: Colah, 2015)

Persamaan pada input gate ditulis seperti Persamaan 2.7 berikut.

$$i_t = \sigma(W_i.[h_{t-1}, x_t] + b_i)$$
 (2.7)

Dimana:

 $i_t = input \ gate$

 σ = fungsi sigmoid

 W_i = nilai weight untuk input gate

 h_{t-1} = nilai *output* sebelum orde ke t

 x_t = nilai *input* pada orde ke t b_i = nilai bias pada *input gate*

Persamaan kandidat baru ditulisakan pada Persamaan 2.8.

$$\bar{C}_t = tanh(W_c.[h_{t-1}, x_t] + b_c)$$
 (2.8)

Dimana:

 \bar{C}_t = nilai baru yang dapat ditambahkan ke $cell\ state$

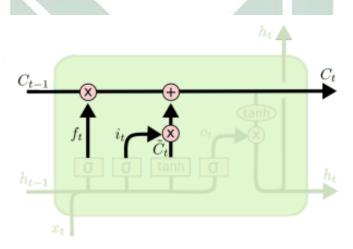
tanh = fungsi tanh

 W_c = nilai weight untuk cell state

 h_{t-1} = nilai *output* sebelum orde ke t

 x_t = nilai *input* pada orde ke t

 b_c = nilai bias pada *cell state*



Gambar 2.7 Alur memperbarui cell state pada LSTM (Colah, 2015)

Langkah ketiga adalah memperbarui *cell state*. Langkah pembaruan *cell state* di ilustrasikan pada Gambar 2.7. Dari ilustrasi tersebut pembaruan *cell state*

terjadi dengan cara mengalikan forget gate dengan cell state sebelumnya kemudian ditambahkan dengan langkah kedua yakni $i_t * \bar{C}_t$. Persamaan cell state diuraikan pada Persamaan 2.9.

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \bar{C}_t \tag{2.9}$$

Dimana:

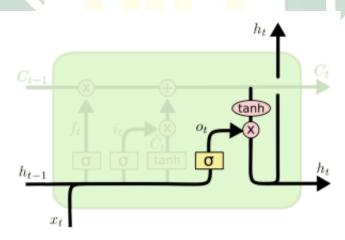
 $C_t = cell \ state$

 $f_t = forget \ gate$

 C_{t-1} = *cell state* sebelum orde ke t

 $i_t = input \ gate$

 \bar{C}_t = nilai baru yang dapat ditambahkan ke *cell state*



Gambar 2.8 Alur output pada LSTM (Colah, 2015)

Langkah terakhir metode LSTM ini yakni menentukan hasil *output* seperti yang di ilustrasikan pada Gambar 2.8. Lapisan sigmoid memutuskan bagian mana dari *cell state* yang akan dihasilkan menjadi *output*. *Output gate* dituliskan pada

Persamaan 2.10 berikut.

$$o_t = \sigma(W_o.[h_{t-1}, x_t] + b_o) \tag{2.10}$$

Dimana:

 $o_t = output \ gate$

 σ = fungsi sigmoid

 W_o = nilai weight untuk output gate

 h_{t-1} = nilai output sebelum orde ke t

 x_t = nilai input pada orde ke t

 b_o = niali bias pada *output gate*

Setelah didapatkan nilai dari *output gate*, kemudian menempatkan *cell state* melalui tanh untuk mendapatkan nilai dengan range -1 hingga 1. Kemudian mengalikannya dengan *output gate* dari *sigmoid layer*. Persamaan nilai output orde t dirumuskan pada Persamaan 2.11 berikut.

$$h_t = o_t * tanh(C_t) \tag{2.11}$$

Dimana:

 h_t = nilai output orde t

 $o_t = output \ gate$

tanh = fungsi tanh

 $C_t = cell \ state$

2.7. Denormalisasi

Denormalisasi adalah proses pengembalian data hasil normalisasi ke dalam data asli atau data sebenarnya. Hal tersebut dilakukan guna melihat hasil prediksi dengan cara membandingkan dengan data sebenarnya. Denormalisasi dalam *range* [0, 1] dinyatakan dengan rumus pada Persamaan 2.12 sebagai berikut:

$$X_t = x(X_{max} - X_{min}) + X_{min} (2.12)$$

Dimana:

 X_t = nilai dari data normalisasi

x = hasil output

 X_{min} = nilai minimal data aktual keseluruhan

 X_{max} = nilai maksimal data aktual keseluruhan

2.8. Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) adalah selisih dari keseluruhan data asli yang dikurangi dengan data hasil prediksi yang dikuadratkan kemudian dijumlah secara keseluruhan kemudian membaginya dengan banyaknya waktu peramalan yang dilanjutkan dengan mengakarkannya. RMSE dapat menghindari penggunaan nilai absolut yang tidak diinginkan dalam banyak perhitungan matematis. Persamaan RMSE berikut dituliskan pada Persamaan 2.13 berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n}}$$
 (2.13)

Keterangan:

 Y_i = Permintaan aktual pada periode t

 \bar{Y}_i = Peramalan permintaan pada periode t

n =Jumlah periode peramalan yang terlibat

2.9. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah nilai absolute dari persentase error data terhadap mean. Persamaannya ditulis seperti Persamaan 2.14 di bawah ini:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{|(\bar{Y}_i - Y_i)|}{Y_i}}{n} * 100$$
(2.14)

Keterangan:

 Y_i = Permintaan aktual pada Periode t

 \bar{Y}_i = Peramalan permintaan pada periode t

n =Jumlah periode peramalan yang terlibat

Nilai MAPE dikatakan baik dalam suatu peramalan apabila memiliki hasil yang rendah atau presentasenya mendekati nol. MAPE memiliki range nilai yang dapat dijadikan tolak ukur dalam mengambil kesimpulan apakah peramalan tersebut dalam kategori baik maupun tidak. MAPE digunakan jika ukuran variabel peramalan merupakan faktor penting dalam mengevaluasi akurasi peramalan tersebut. Serta MAPE memiliki tabel pengelompokan yang jelas untuk presentase hasil yang didapat. Sehingga dapat mudah dalam menyimpulkan hasil tersebut masuk kedalam kategori apa (Barus & Ramli, 2008).

Tabel 2.1 Kategori range nilai MAPE

Range MAPE	Kategori
<10 %	Kemampuan model peramalan sangat baik
10-20 %	Kemampuan model peramalan baik
20-50 %	Kemampuan model peramalan layak
>50 %	Kemampuan model peramalan buruk

2.10. Integrasi Keilmuan

2.10.1. Prediksi dalam Islam

Dalam kegiatan jual beli, penjual harus pandai memanfaatkan peluang yang tersedia. Seperti contohnya musim penghujan terjadi sekitar bulan Oktober hingga April. Maka biasanya orang-orang banyak membeli peralatan untuk melindungi diri mereka agar tidak kehujanan seperti payung, mantel, dan lain sebagainya. Begitupula dengan pembeli saat memasuki musim penghujan, harus pandai dalam menentukan barang mana yang akan di beli dan waktu yang tepat untuk membelinya, karena apabila permintaan terhadap suatu barang tinggi maka akan berakibat juga pada naiknya harga komoditas tersebut. Untuk itu prediksi perlu dilakukan agar menghindari hal-hal tersebut.

Prediksi ini harus didasarkan pada data masa lalu yang telah dilewati sehingga dari data masa lalu tersebut akan membuat lebih berwaspada terhadap apa yang akan terjadi kedepannya. Prediksi apabila dilakukan berdasarkan data aktual yang telah didapatkan pada masa lalu boleh dilakukan selama tidak menyekutukan Allah. Namun apabila prediksi tersebut dilakukan tidak menggunakan data yang aktual serta riset terhadap masa lalu dan didasarkan pada jin atau hal lainnya yang menyekutukan Allah itu haram hukumnya. Sebagaimana

hadist Rasulullah SAW yang melarang kegiatan tersebut:

Artinya: "Diriwayatkan dari Aisyah R.A. orang-orang bertanya kepada Rasulullah SAW tentang juru tenung (peramal). Lalu Rasulullah SAW bersabda: "Mereka tidak benar!" kata mereka, "Wahai Rasulullah, tetapi yang mereka katakan kadang-kadang ada benarnya juga." Rasulullah SAW bersabda: "Itulah perkataan Allah yang dicuri jin, lalu dibisikkan kepada telinga walinya (juru tenung) seperti ayam betina, kemudian penenung-penenung itu mencampurinya dengan kebohongan lebih dari seratus macam kebohongan." (Al-Hâfîzh,2002).

Dari ayat di atas dapat diambil hikmahnya yakni jangan percaya dengan hal gaib yang menjurus kepada kemusyrikan tentang prediksi dimasa yang akan datang yang tidak berlandaskan pada data-data aktual yang telah diperoleh pada masa lalu. Prediksi ini juga diharapkan dapat menambah kehati-hatian dalam mengambil suatu langkah maupun kesimpulan. Sehingga dari pemaparan di atas didapatkan bahwa peramalan dalam harga saham tersebut tidak ada kaitannya antara jin dan manusia. Hal ini dikarenakan dalam prediksi ini penulis menggunakan data dari masa lalu sehingga data-data tersebut dapat digunakan dalam memprediksi harga saham di waktu mendatang. Dari data-data yang didapatkan di masa lalu tersebut digunakanlah suatu perhitungan-perhitungan dalam mengolah data sehingga dapat diperoleh hasil yang akan digunakan di masa depan. Hasil dari peramalan dapat digunakan para investor untuk dijadikan salah satu pedoman dalam membeli saham selain pedoman lainnya seperti analisis teknikal, analisis fundamental, dan lain-lain.

2.10.2. Transaksi yang dilarang dalam Islam

Transaksi Jual beli dalam kehidupan bermasyarakat sudah terjadi sejak jaman nenek moyang. Pada jaman dahulu kegiatan jual beli hanya berupa barang-barang yang bersifat primer seperti makanan dan tempat tinggal. Sistem yang digunakan juga mengalami perubahan. Bila pada jaman dahulu dalam melakukan pembayaran umumnya dapat dilakukan dengan barter antar barang, namun seiring berkembangnya jaman sistem pembayaran mulai bergeser kearah uang. Allah juga menyarankan kepada hambanya untuk mengais rejeki dengan jalan perniagaan. Sebagaimana firman Allah dalam surah Al-Baqarah ayat 198:

Artinya: "Tidak ada dosa bagimu untuk mencari karunia (rezeki hasil perniagaan) dari Tuhanmu. Maka apabila kamu telah bertolak dari 'Arafat, berdzikirlah kepada Allah di Masy'arilharam. Dan berdzikirlah (dengan menyebut) Allah sebagaimana yang ditunjukkan-Nya kepadamu; dan sesungguhnya kamu sebelum itu benar-benar termasuk orang-orang yang sesat."

Ayat diatas menjelaskan bahwa kegiatan perniagaan adalah suatu kegiatan yang legal. Namun dalam kegiatan jual beli ini tidak boleh dimasukkan unsur riba yang telah dilarang oleh Allah. Hal tersebut terjadi karena adanya manusia yang menyamaratakan hukum antara keduanya. Surah An-Nisa ayat 29 juga berisikan firman Allah tentang perniagaan.

Artinya: "Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan

harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu; sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu."

Ayat diatas memaparkan bahwa Allah melarang kaum muslimin untuk memakan harta orang lain secara batil. Batil dalam hal ini sangat luas, salah satu contohnya yakni dalam hal bertransaksi yang bertentangan dengan syariah. Transaksi yang bertentangan dengan syariah tersebut seperti transaksi yang mengandung unsur riba (bunga), bersifat spekulatif (maysir), serta yang mengandung unsur gharar dan hal-hal yang lain yang memiliki konsep yang sama dengan hal tersebut (Dahlan, 1912).

Di pasar modal terdapat prinsip-prinsip dasar Islam yang utama terdiri atas pelarangan riba, gharar, maysir dan kehalalan barang (IOSCO 2004):

1. Riba

Menurut terminologi riba adalah kelebihan/tambahan pembayaran tanpa dibarengi dengan imbalan yang sesuai dengan tambahan biaya serta tidak dibenarkan syariah dari dua orang yang melakukan akad (transaksi). Riba secara bahasa berarti kenaikan, ketinggian, penambahan dan pertumbuhan. Seperti yang tertuang dalam firman Allah yang menjelaskan tentang riba dalam surat Al-Baqarah ayat 275 Allah telah menjelaskan bahwa kegiatan jual beli dan riba adalah suatu hal yang berbeda dan saling bertentangan. Sebagaimana firman Allah berikut:

ٱلَّذِينَ يَأْكُلُونَ ٱلرِّبَوْا لَا يَقُومُونَ إِلَّا كَمَا يَقُومُ ٱلَّذِى يَتَخَبَّطُهُ ٱلشَّيْطَانُ مِنَ ٱلْمَسَّءَ ذَالِكَ بِأَنَّهُمْ قَالُوٓا إِنَّمَا ٱلْبَيْعُ مِثْلُ ٱلرِّبَوْا وَأَحَلَّ ٱللَّهُ ٱلْبَيْعَ وَحَرَّمَ ٱلرِّبَوْا وَهَن جَآءَهُ وَلِكَ بِأَنَّهُمْ قَالُوٓا إِنَّمَا ٱلْبَيْعُ مِثْلُ ٱلرِّبَوْا وَأَحْلُ ٱللَّهِ اللَّهِ وَحَرَّمَ ٱلرِّبَوْا وَهَن جَآءَهُ وَمَا مَوْعِظَةٌ مِّن رَبِّهِ وَقَانتَهَىٰ فَلَهُ وَمَا سَلَفَ وَأَمْرُهُ وَإِلَى ٱللَّهِ وَمَنْ عَادَ فَأَوْلَنَئِكَ مَوْعَظَةٌ مِّن رَبِّهِ وَقَانَتَهَىٰ فَلَهُ وَمَا سَلَفَ وَأَمْرُهُ وَإِلَى ٱللَّهِ وَمَنْ عَادَ فَأَوْلَنَئِكَ أَمْ وَمِن اللَّهُ وَمُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ وَاللَّهُ اللَّهُ الللَّهُ اللَّهُ الللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ الللْعُلِمُ الللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللللْمُ اللَّهُ الللْولِي اللللْمُ اللَّهُ الللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّهُ اللَّلِي الللْمُلْكُولُ اللللْمُ اللَّهُ اللَّلْمُ اللَّهُ اللللْمُلِلْمُ اللَّلْمُ الللَّهُ اللَّهُ اللللْمُ الللَّا اللَ

Artinya: "Orang-orang yang makan (mengambil) riba tidak dapat berdiri melainkan seperti berdirinya orang yang kemasukan syaitan lantaran (tekanan) penyakit gila. Keadaan mereka yang demikian itu, adalah disebabkan mereka berkata (berpendapat), sesungguhnya jual beli itu sama dengan riba, padahal Allah telah menghalalkan jual beli dan mengharamkan riba. Orang-orang yang telah sampai kepadanya larangan dari Tuhannya, lalu ter<mark>us berhen</mark>ti (d<mark>ari meng</mark>ambil riba), maka baginya apa yang telah diambilny<mark>a d</mark>ahulu (sebelum datang larangan); dan urusannya (terserah) kepada Al<mark>lah. Orang ya</mark>ng ke<mark>mb</mark>ali (mengambil riba), maka orang itu adalah penghuni-penghuni neraka; mereka kekal di dalamnya". Ayat di atas merujuk bahwa Allah menghalalkan jual beli serta mengharamkan riba. Hukum diantara keduanya tidak boleh disamaratakan. Kaum musyrikin menganggap bahwa konsep jual beli adalah sama dengan sistem riba sehingga mereka tidak mengakui konsep terhadap jual beli yang telah di syariatkan Allah yang tertuang dalam firman-firmannya di Al-Quran. Padahal dari surat Al-Baqarah ayat 275 diatas telah dijelaskan bahwa Allah melegalkan konsep jual beli serta mempertegas untuk melarang konsep riba.

2. Maysir

Maysir adalah suatu kegiatan atau transaksi yang bersifat untung-untungan bergantung pada keadaan yang tidak dapat dipastikan. Kata masyir dalam bahasa arab adalah mendapatkan sesuatu tanpa kerja keras dengan mudah

atau dapat dikatakan mendapatkan sesuatu tanpa harus melakukan suatu pekerjaan. Hal tersebut sering diistilahkan dengan berjudi. Judi dalam terminologi agama yakni transaksi dua pihak guna memiliki suatu barang maupun jasa dimana salah satunya ada yang diuntungkan sedangkan satunya dirugikan. Allah telah melarang perniagaan yang mengandung unsur maysir didalamnya. Sebagaimana yang tertuang dalam surah Al-Maidah ayat 90 dan ayat 91 berikut.

Al-Maidah ayat 90

يَنَأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِنَّمَا ٱلْخَمْرُ وَٱلْمَيْسِرُ وَٱلْأَنصَابُ وَٱلْأَزْلَنُمُ رِجْسٌ مِّنْ عَمَلِ ٱلشَّيْطَانِ فَٱجْتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

Al-Maidah ayat 91

إِنَّمَا يُرِيدُ ٱلشَّيْطَانُ أَن يُوقِعَ بَيْنَكُمُ ٱلْعَلَاوَةَ وَٱلْبَغْضَاءَ فِي ٱلْخَمْرِ وَٱلْمَيْسِرِ وَيَصُدَّكُمْ عَن ذِكْرِ ٱللَّهِ وَعَنِ ٱلصَّلَوٰةِ ۖ فَهَلْ أَنتُم مُّنتَهُونَ

Artinya: "[90] Hai orang-orang yang beriman, sesungguhnya (meminum) khamar, berjudi, (berkorban untuk) berhala, menundi nasib dengan anak panah, adalah perbuatan keji termasuk perbuatan setan. Maka jauhilah perbuatan-perbuatan itu agar kamu mendapat keberuntungan. [91] Sesungguhnya syaitan itu bermaksud hendak menimbulkan permusuhan dan kebencian diantara kamu lantaran (meminum) khamar dan berjudi itu, dan menghalangi kamu dari mengingat Allah dan sembayang; maka berhentilah kamu (dari mengerjakan pekerjaan itu)."

3. Gharar

Gharar merupakan suatu ketidakjelasan/ketidakpastian dalam suatu akad, ketidakjelasan/ketidakpastian tersebut baik mengenai kualitas, kuantitas dan penyerahan objek akad. Dilihar dari segi peristiwanya, jual beli gharar yang diharamkan dapat dilihat dari tiga aspek, yaitu jual beli barang yang belum ada (ma'dum), jual beli barang yang tidak jelas (majhu), jual beli barang yang tidak mampu diserahterimakan. Larangan jual beli yang, mengandung unsur gharar didasarkan pada surah An-Nisa ayat 29 tentang larangan memakan harta orang lain secara batil. Selain itu pada surah Al-Baqarah ayat 188 juga mencantumkan larangan jual beli gharar sebagai berikut.

Artinya: "Dan janganlah Sebagian kamu memakan harta Sebagian yang lain di antara kamu dengan cara yang batil dan (janganlah) kamu membawa (urusan) harta itu kepada hakim, supayakamu dapat memakan Sebagian dari harta benda orang lain itu dengan (jalan berbuat) dosa, padahal kamu mengetahui."

4. Kehalalan Barang

Kehalalan barang yang dimaksudkan yakni halal baik dari barang maupun jasa yang dijadikan objek transaksi. Barang dan jasa dikatakan halal dikarenakan dua hal yakni karena zatnya (*Haram Li Dzatihi*) dan bukan karena zatnya (*Haram li Ghairihi*). Terdapat hadist yang berbicara mengenai persoalan ini yakni:

عَنِ أَبِيْ عَبْدِ اللهِ النُّعْمَانِ بْنِ بَشِيْرٍ رَضِيَ اللهُ عَنْهُمَا قَالَ: سَمِعْتُ رَسُولَ اللهِ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: ((إِنَّ الْحَلَالَ بَيِّنٌ وَإِنَّ الْحَرَامَ بَيِّنٌ، وَبَيْنَهُمَا أَمُوْرٌ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: ((إِنَّ الْحَلَالَ بَيِّنٌ وَإِنَّ الْحَرَامَ بَيِّنٌ، وَبَيْنَهُمَا أَمُوْرٌ مُشْتَبِهَاتٌ، لاَ يَعْلَمُهُنَّ كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ، فَمَنِ اتَّقَى الشُّبُهَاتِ فَقَدِ اسْتَبْرَأَ لِدِينِهِ وَعِرْضِهِ، وَمَنْ وَقَعَ فِي الشُّبُهَاتِ وَقَعَ فِي الْحَرَامِ كَالرَّاعِي يَرْعَى حَوْلَ الْحِمَى وَعِرْضِهِ، وَمَنْ وَقَعَ فِي الشُّبُهَاتِ وَقَعَ فِي الْحَرَامِ كَالرَّاعِي يَرْعَى حَوْلَ الْحِمَى يُوشِكُ أَنْ يَرْتَعَ فِيهِ، أَلاَ وَإِنَّ حِمًى، أَلاَ وَإِنَّ حِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ، أَلاَ وَإِنَّ عِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلاَ وَإِنَّ حِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلاَ وَإِنَّ لِكُلِّ مَلِكٍ حِمًى، أَلاَ وَإِنَّ حِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلاَ وَإِنَّ عِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلا وَإِنَّ حِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلا وَإِنَّ حِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلا وَإِنَّ عِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلا وَإِنَّ عِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلا وَإِنَّ عِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلا وَإِنَّ عَلَى اللهُ عَلَى اللهُ الْحَرَامُ كُلُهُ وَإِنَّ عِمَى اللهِ مَحَارِمُهُ أَلا وَإِنَّ لِكُلُ مَلِكٍ عَلَى اللهُ الْوَلَا فَسَدَتْ فَسَدَ الْجَسَدُ كُلُّهُ وَالْمَالِ وَهِمَ الْقَلْبُ)). رواه البخاري ومسلم، وهذا لفظ مسلم

Dari Abu 'Abdillah Nu'man bin Basyir Radhiyallahu anhuma berkata: Aku mendengar Rasulullah' alaihi wa sallam bersabda: "Sesungguhnya yang halal itu telah jelas dan yang haram pun telah jelas pula. Sedangkan di sana ada perkara syubhat (samar-samar) yang kebanyakan manusia tidak tahu Barangsiapa yang menghindari perkara syubhat (hukum)-Nya. (samar-samar), maka ia te<mark>lah membe</mark>rsihkan agama dan kehormatannya. Barangsiapa yang jat<mark>uh ke dalam</mark> p<mark>erk</mark>ara y<mark>an</mark>g samar-samar, maka ia telah jatuh ke dalam perkara yang haram. Seperti penggembala yang berada di dekat pagar larangan (milik orang) dan dikhawatirkan ia akan masuk ke Ketahuilah. bahwa setiap raja memiliki larangan dalamnya. (undangundang). Ingatlah bahwa larangan Allah adalah apa yang diharamkan-Nya. Ketahuilah, bahwa di dalam jasad manusia terdapat segumpal daging. Jika ia baik, maka baik pula seluruh jasadnya; dan jika ia rusak, maka rusak pula seluruh jasadnya. [Diriwayatkan oleh al Bukhari dan Muslim, dan ini adalah lafazh Muslim].

Dari pemaparan tentang jual beli di atas serta hukum yang tertuang pada firman-firman Allah terhadap larangan apa saja yang tidak boleh dilakukan dalam jual beli. Dapat dikatakan bahwa setiap kegiatan jual beli ataupun transaksi yang memenuhi syarat-syarat di atas boleh dilakukan selama tidak

bertentangan dengan hukum yang telah dijelaskan. Begitupula dengan transaksi yang terjadi di pasar modal terutama dalam hal ini yakni saham. Selama emiten yang akan ditanami modal menjalankan usahanya dengan tidak melanggar prinsip syariah maka kegiatan penenaman modal di perusahaan tersebut atau lebih umumnya disebut dengan penanaman modal dapat dilakukan oleh kaum muslimin.



BAB III

METODE PENELITIAN

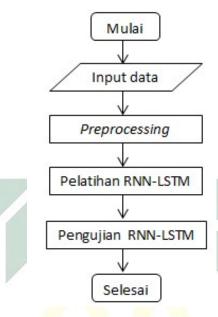
3.1. Jenis Penelitian

Berdasarkan tujuan yang dipaparkan pada bab sebelumnya maka penelitian ini masuk kedalam golongan penelitian terapan. Hal ini dikarenakan penilitian ini bertujuan untuk memberika solusi secara praktis terhadap suatu permasalahan. Selain itu penelitian ini juga termasuk penelitian kuantitatif, dikerenakan data yang diambil berupa angka. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat secara luas baik secara individu maupun kelompok.

3.2. Sumber Data

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari website yahoo finance. Data yang digunakan adalah data saham yang tergabung di dalam Jakarta Islamic Index (JII) yaitu saham PT Telkom Indonesia Tbk dengan kode saham TLKM. Periode data yang diambil yakni dari 1 Januari 2018 – 1 Desember 2020. Data-data yang digunakan adalah data harga penutup harian saham (*close price*) yang masing-masing memiliki periode 1 Januari 2018 – 1 Desember 2020.

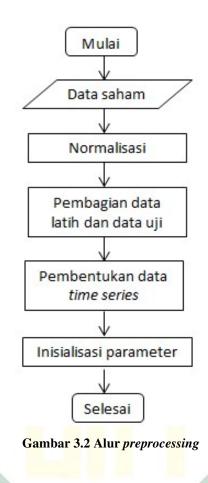
3.3. Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir metode RNN-LSTM

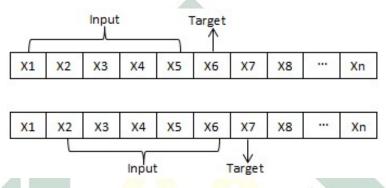
Tahapan penelitian sesuai dengan diagram alir pada gambar diatas adalah sebagai berikut:

- 1. Input data yang dibutuhkan.
- 2. Setelah data di inputkan kemudian dilakukan *preprocessing* data dengan tahapan seperti berikut:



- 3. Tahapan-tahapan preprocessing adalah sebagai berikut:
 - (a) Normalisasi data menggunakan Persamaan 2.1 dengan range [0,1].
 - (b) Pembagian data dibagi menjadi dua, yakni data training dan data testing dengan perbandingan pembagian data sebesar 70%: 30%.
 Perbandingan ditetapkan sebesar 70%:30% yang merujuk pada penelitian dari (Aldi, jondri, dan annisa, 2018).
 - (c) Proses pembentukan data time series atau rekonstruksi data dengan beberapa kali percobaan yaitu satu hingga lima pola time series. Pembentukan pola tersebut merujuk pada penelitian dari (Aldi dkk, 2018). Dilakukan beberapa uji coba dalam proses pembentukan data deret waktu. Skenario percobaan dilakukan dengan membentuk pola

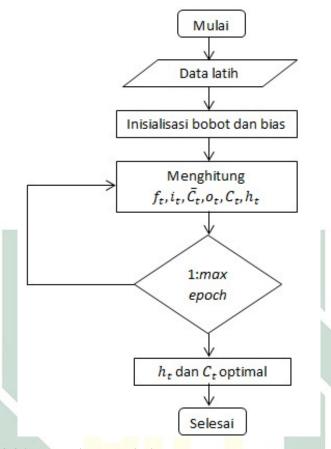
data dari data harian harga saham dengan urutan $\{X_t, X_{t+1}\}$, $\{X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$, $\{X_{t-2}, X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$, $\{X_{t-3}, X_{t-2}, X_t, X_{t+1}\}$, $\{X_{t-4}, X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$. Dimana X_{t+1} berperan sebagai target atau *output* sedangkan yang lainnya adalah variabel input. Berikut adalah ilustrasi dari pola *time series*.



Gambar 3.3 Ilustrasi pola time series

Ilustrasi pola *time series* diatas adalah ilustrasi untuk inputan data dan targetnya dengan jumlah pola *time series* sebanyak lima. Artinya data input yang digunakan sebanyak lima inputan dan data setelah data kelima adalah target yang dicari. Dengan X adalah harga *closing price* saham TLKM.

(d) Inisialisasi parameter dengan menentukan nilai *neuron hidden, batch size*, dan *max epoch*.

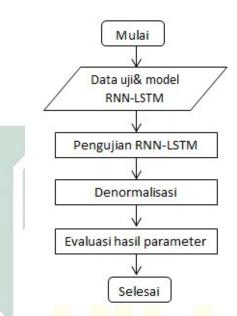


Gambar 3.4 Alur pelatihan prediksi harga saham menggunakan RNN-LSTM

- 4. Tahapan-tahapan pelatihan RNN-LSTM adalah sebagai berikut:
 - (a) Memproses data latih dari data yang telah didapat pada tahap diatas.
 - (b) Selanjutnya dilakukan inisialisasi bobot (W_f,W_i,W_{ct},W_o) dan bias (b_f,b_i,b_{ct},b_o)
 - (c) Proses data latih menggunakan RNN-LSTM dilakukan dengan menghitung semua fungsi *gates unit* pada setiap *neurons*. Dengan berurut fungsi *gates* yang akan dihitung adalah *forget gates* (f_t) dengan Persamaan (2.5), fungsi *input gates* (i_t) (\bar{C}_t) dengan Persamaan (2.7) dan (2.8), fungsi *cell state* (C_t) dengan Persamaan (2.9), fungsi *output gates* (O_t) dengan Persamaan (2.10), kemudian keluaran terakhir yang

menjadi hasil yakni h_t pada Persamaan 2.12.

(d) Hingga didapatkan nilai model optimal dilihat dari nilai h_t dan C_t optimal



Gambar 3.5 Alur pengujian prediksi harga saham menggunakan RNN-LSTM

- 5. Tahapan-tahapan pengujian RNN-LSTM adalah sebagai berikut:
 - (a) Pertama masukkan data uji. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan model optimal yang didapat dari proses pelatihan. Proses pengujian dilakukan dengan tujuan mengetahui nilai error pada jaringan yang dihasilkan dari proses pelatihan. Nilai error yang kecil menandakan jaringan dapat diimplementasikan pada proses peramalan.
 - (b) Proses pengujian dengan data uji dengan menggunakan nilai ht dan Ct optimal yang didapatkan dari proses pelatihan kemudian diuji dengan proses data latih menggunakan RNN-LSTM dilakukan dengan menghitung semua fungsi gates unit pada setiap *neurons*. Dengan berurut, fungsi *gates* yang akan dihitung adalah *forget gates* (f_t)

- dengan Persamaan (2.5), fungsi *input gates* (i_t) (\bar{C}_t) dengan Persamaan (2.7) dan (2.8), fungsi *cell state* (C_t) dengan Persamaan (2.9), fungsi *output gates* (O_t) dengan Persamaan (2.10), kemudian keluaran terakhir yang menjadi hasil yakni h_t pada Persamaan 2.12.
- (c) Selanjutnya dilakukan denormalisasi untuk mengembalikan nilai data menjadi hasil nilai prediksi dengan menggunakan Persamaan 2.14.
- (d) Evaluasi hasil prediksi. Pada tahap ini dilakukan akurasi peramalan dengan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan Persamaan 2.13 dan Persamaan 2.14.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data yang digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian penutupan harga saham (*closing price*) PT Telkom Indonesia Tbk dengan kode saham TLKM dari tanggal 1 Januari 2018 sampai 1 Desember 2020. Data yang digunakan diperoleh dari website *yahoo finance*. *Yahoo finance* adalah sebuah situs yang menyediakan berbagai informasi seputar keuangan baik berupa data maupun berita termasuk konten tentang saham didalamnya. Berikut adalah grafik dari pergerakan harga saham PT Telkom Indonesia Tbk.



Gambar 4.1 Grafik pergerakan harga saham harian TLKM

Data pergerakan harga saham TLKM dari 1 Januari 2018 sampai 1 Desember 2020 diatas didapatkan nilai rata-rata sebesar 3670,6 per lembar saham. Tercatat bahwa harga tertinggi selama periode ini pada tanggal 20 Agustus 2019

yakni sebesar 4470 per lembar saham. Sedangkan harga terendahnya yakni pada tanggal 30 September 2020 per lembar saham. Harga saham TLKM dari awal 2018 hingga awal 2020 konstan berada di rentang angka 3200-4500 namun dengan adanya pandemi covid awal maret harga saham cenderung mengalami penerunan hingga memasuki bulan Agustus 2020 tercatat harga saham TLKM turun keangka 2000-an. Hal ini disebabkan karena pada akhir Agustus 2020 investor asing banyak yang menjual sahamnya yakni sebesar 737,4 miliar hingga menyebabkan saham TLKM turun 1,33% dari minggu sebelumnya. Data harga penutupan harian (closing price) PT Telkom Indonesia Tbk dari situs yahoo finance diuraikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data harga penutupan harian PT Telkom Indonesia Tbk.

Tanggal	Closing Price
<mark>1/</mark> 1/2 <mark>01</mark> 8	4440
2/1/2018	4410
3/1/2018	4230
4/1/2018	4220
5/1/2018	4280
:	:
27/11/2020	3460
30/11/2020	3230
1/12/2020	3240

4.2. Preprocessing

4.2.1. Normalisasi

Dalam analisis LSTM perlu dilakukan normalisasi dikarenakan pada jaringan LSTM menggunakan fungsi sigmoid yang memiliki *range* [0,1] sehingga normalisasi perlu dilakukan untuk meminimalisir *error*. Pada tahap normalisasi ini data aktual akan diubah menjadi nilai dengan *range* interval [0,1] menggunakan rumus *min-max scaling*. Rumus *min-max scaling* yang digunakan pada tahap ini terdapat pada Persamaan 2.1. Berikut ini merupakan contoh perhitungan normalisasi data dengan menggunakan *min-max scaling*.

$$X_{1} = \frac{X_{1} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{4440 - 2560}{4470 - 2560} = 0,9843$$

$$X_{2} = \frac{X_{2} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{4410 - 2560}{4470 - 2560} = 0,9686$$

$$X_{3} = \frac{X_{3} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{4230 - 2560}{4470 - 2560} = 0,8743$$

$$X_{4} = \frac{X_{4} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{4220 - 2560}{4470 - 2560} = 0.8691$$

$$X_{5} = \frac{X_{5} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{4280 - 2560}{4470 - 2560} = 0.9005$$

Berikut adalah tabel normalisasi data harga saham harian PT Telkom Indonesia Tbk.

Tabel 4.2 Hasil normalisasi data

Tanggal	X
1/1/2018	0,9843
2/1/2018	0,9686
3/1/2018	0,8743
4/1/2018	0,8691

5/1/2018	0,9005
:	:
27/11/2018	0,4712
30/11/2018	0,3508
1/12/2020	0,3560

4.2.2. Pembagian Data Latih dan Data Uji

Tahapan dari prediksi ini adalah membagi data menjadi dua bagian. Data pertama akan digunakan untuk pembentukan model. Kemudian data kedua akan digunakan dalam pengujian. Data hasil dari normalisasi di atas kemudian dibagi data menjadi data uji dan data latih. Pembagian data yang digunakan adalah 70:30. Dimana 70% untuk data untuk data latih dan 30% untuk data uji.

Tabel 4<mark>.3 Pembagian</mark> d<mark>ata</mark> latih <mark>dan</mark> data uji

Satuan	Data latih	Data uji
Persen	70%	30%
Jumlah data	519	222

Pembagian data latih dan data uji diatas bertujuan agar algoritma pembelajaran dapat belajar dari pola yang telah didapatkan dari hasil proses training yang akan diimplementasikan pada data testing. Proses training dan testing dengan menggunakan metode RNN-LSTM ini akan terus berlangsung hingga didapatkan model yang optimal.

4.2.3. Pembentukan struktur pola Time Series

Pembentukan struktur pada pola *time series* ini mengacu pada ilustrasi Gambar 3.3. Dimana di pada bab ini diambil contoh dengan lima inputan. Berikut adalah tabel dari pola *time series*.

 X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 Target 0,9843 0,9686 0,8743 0,8691 0,9005 0,8901 0,9686 0,8743 0,8691 0,9005 0,8901 0,8586 0,8743 0,8691 0,9005 0,8901 0,8586 0,8534 0,8691 0,9005 0,8901 0,8534 0,8586 0,8429 0,9005 0,8901 0,8586 0,8534 0,8429 0,8219 : 0,3455 0,3979 0,4136 0,3769 0,4763 0,4712 0,3979 0,4136 0,3769 0,4763 0,4712 0,3508 0,4136 0,4763 0,4712 0,3508 0,3769 0,3560

Tabel 4.4 Data time series harga saham

Tabel 4.2 diatas merupakan contoh dari data *time series* dengan variabel masukan sebanyak lima variabel yang akan digunakan dalam prediksi harga saham menggunakan metode LSTM.

4.2.4. Inisialisasi Parameter

Dalam inisialisasi parameter yang digunakan dalam tahap ini meliputi tiga parameter dengan skenario pengujian sebagai berikut:

1. Max epoch: 50, 100, 500, 1000

2. Neuron hidden: 5, 10, 15, 25, 30

3. Batch size: 4, 16, 32, 64

Nilai yang didapatkan dari tiap-tiap paramater di atas merujuk pada beberapa penelitian terdahulu dengan menggunakan metode yang sama. Parameter *Max Epoch* dan *neuron Hidden* merujuk pada penelitian dari (Aldi, 2018). Sedangkan nilai *batch size* merujuk pada beberapa penelitian terdahulu seperti dari (Furqon, 2020) dan hasil dari pengembangan penulis. Dalam menentukan parameter tidak ada aturan pasti, melainkan dengan dilakukan percobaan dengan data dan model yang akan digunakan. Parameter dari penelitian sebelumnya dapat digunakan sebagai acuan, tetapi harus tetap dilakukan percobaan apakah parameter tersebut dapat secara optimal kegunaannya apabila dimasukkan ke dalam model yang akan dicoba.

4.3. Perhitungan Manual RNN-LSTM

Setelah data diinputkan dari website *yahoo finance* kemudian dinormalisasi pada Tabel 4.2 menggunakan Persamaan 2.1. Kemudian dibagi menjadi data *training* dan *testing*. Data *training* dihitung terlebih dahulu untuk mencari fungsi optimal untuk digunakan di data *testing*. Berikut contoh perhitungan manual *training* LSTM dengan satu kali iterasi.

Pertama yakni menentukan bobot yang digunakan dalam perhitungan menggunakan Persamaan 2.5. seperti berikut:

$$W = \left[-\frac{1}{\sqrt{d}}, \frac{1}{\sqrt{d}} \right]$$

$$W = \left[-\frac{1}{\sqrt{5}}, \frac{1}{\sqrt{5}} \right]$$

$$W = \left[-0, 447, 0, 447 \right]$$

Perhitungan hari 1 tanggal 1 Januari 2018:

Diketahui:

 $h_{t-1}: 0$

Weight : 0,447

Bias forget gate, input gate, \overline{C}_t , dan output gate : 1, 0,5, 0, 0,1

Menghitung forget gate

$$f_t = \sigma(W_f.[h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

$$= \sigma(0, 447 * 0 + 0, 447 * 0, 9843 + 1)$$

$$= \sigma(1, 439)$$

$$= \frac{1}{(1 + \epsilon^{-1,439})}$$

$$= 0, 808$$

Menghitung input gate dan kandidat baru untuk cell state

$$i_{t} = \sigma(W_{i} \cdot [h_{t-1}, x_{t}] + b_{i})$$

$$= \sigma(0, 447 * 0 + 0, 447 * 0, 9843 + 0, 5)$$

$$= \sigma(0, 939)$$

$$= \frac{1}{(1 + \epsilon^{-0,939})}$$

$$= 0, 7191$$

$$\overline{C}_{t} = \tanh(W_{c} \cdot [h_{t-1}, x_{t}] + b_{c})$$

$$= \tanh(0, 447 * 0 + 0, 447 * 0, 9843 + 0)$$

$$= \tanh(0, 4399)$$

$$= 2 * (\frac{1}{(1 + \epsilon^{-2*0,4399})}) - 1$$

$$= 0, 808$$

Menghitung output gate

$$o_t = \sigma(W_o.[h_{t-1}, x_t] + b_o)$$

$$= \sigma(0, 447 * 0 + 0, 447 * 0, 9843 + 0, 1)$$

$$= \sigma(0, 5399)$$

$$= \frac{1}{(1 + \epsilon^{-0.5399})}$$

$$= 0, 6318$$

Menghitung Cell state

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \overline{C}_t$$

$$= 0,8084 * 0 + 0,7191 * 0,4136$$

$$= 0,2974$$

Menghitung hidden state

$$h_t = o_t * \tanh(C_t)$$

= 0,6318 * 0,2889
= 0,1826

Perhitungan Hari ke-2:

Dengan menggunakan C_t , h_t dari hari kesatu diatas, serta nilai bobot dan bias yang sama maka didapatkan:

Menghitung forget gate

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

$$= \sigma(0, 447 * 0, 1826 + 0, 447 * 0, 9686 + 1)$$

$$= \sigma(1, 5146)$$

$$= \frac{1}{(1 + \epsilon^{-1,5146})}$$

$$= 0, 808$$

Menghitung input gate dan kandidat baru untuk cell state

$$i_{t} = \sigma(W_{i}.[h_{t-1}, x_{t}] + b_{i})$$

$$= \sigma(0, 447 * 0, 1826 + 0, 447 * 0, 9686 + 0, 5)$$

$$= \sigma(1, 0146)$$

$$= \frac{1}{(1 + \epsilon^{-1,0146})}$$

$$= 0, 7339$$

$$\overline{C}_{t} = \tanh(W_{c}.[h_{t-1}, x_{t}] + b_{c})$$

$$= \tanh(0, 447 * 0, 1826 + 0, 447 * 0, 9686 + 0)$$

$$= \tanh(0, 5146)$$

$$= 2 * (\frac{1}{(1 + \epsilon^{-2*0,5146})}) - 1$$

$$= 0, 4735$$

Menghitung output gate

$$o_t = \sigma(W_o.[h_{t-1}, x_t] + b_o)$$

$$= \sigma(0, 447 * 0, 1826 + 0, 447 * 0, 9686 + 0, 1)$$

$$= \sigma(0, 6146)$$

$$= \frac{1}{(1 + \epsilon^{-0,6146})}$$

$$= 0, 6489$$

Menghitung cell state

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \overline{C}_t$$

$$= 0,8197 * 0,2974 + 0,7339 * 0,4735$$

$$= 0,5913$$

Menghitung hidden state

$$h_t = o_t * \tanh(0, 5913)$$

= 0, 0, 6489 * 0, 5308
= 0, 3445

Proses perhitungan dengan cara diatas berlangsung hingga hari kelima.

Output hari kelima yang akan digunakan untuk membandingakn dengan data aslinya, hingga didapatkan Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Perhitungan manual

Tanggal	Harga saham	Normalisasi	h_t
1/1/2018	4440	0,9843	0,1826

2/1/2018	4410	0,9686	0,3445
3/1/2018	4230	0,8743	0,4548
4/1/2018	4220	0,8691	0,5353
5/1/2018	4280	0,9005	0,5932

4.3.1. Denormalisasi

Setelah data saham melui proses LSTM diatas, kemudian data di denormalisasi agar dapat dibandingkan dengan data aktual. Berikut adalah contoh perhitungan denormalisasi secara manual.

$$X = x(X_{max} - X_{min}) + X_{min}$$

$$X = 0,5932(4470 - 2560) + 2560$$

$$= 0,5932(1910) + 2560$$

$$= 3693,012$$

Tabel 4.6 Perhitungan manual

Tanggal	Harga saham	Normalisasi	h_t	denormalisasi
1/1/2018	4440	0,9843	0,1826	2908,77
2/1/2018	4410	0,9686	0,3445	3217,99
3/1/2018	4230	0,8743	0,4548	3428,67
4/1/2018	4220	0,8691	0,5353	3582,42
5/1/2018	4280	0,9005	0,5932	3693,01

Dari perhitungan di atas didapatkan tabel seperti berikut:

Tabel 4.7 Hasil perhitungan tanggal 1-5 Januari 2018

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Target
2908,77	3217,99	3428,67	3582,42	3693,01	4260

Dari Tabel 4.7 diatas dilihat dari pola *time series* sebanyak lima maka hasil akhir yang akan digunakan dalam memprediksi dan dibandingkan dengan nilai targetnya adalah data yang terakhir (X_5) . Perhitungan diatas adalah contoh untuk menghitung dengan satu kali iterasi pada data pertama.

4.3.2. Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil berfungsi untuk mengetahui apakah nilai dari prediksi yang telah dilakukan dengan cara diatas mendapatkan hasil yang optimal. Contoh perhitungan diatas menggunakan data dari hari ke satu hingga hari ke lima. Hasil denormalisasi pada data kelima yang akan dilakukan pengujian untuk memprediksi hari keenam. Pada penelitian ini penulis menggunakan RMSE serta MAPE untuk melihat keakuratan hasil prediksi. Berikut adalah contoh perhitungan manual menggunakan RMSE dan MAPE.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{(4260 - 3693, 012)^2}{1}}$$

$$= 566, 99$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{|(Y_i - \bar{Y}_i)|}{Y_i}}{\frac{Y_i}{Y_i}} * 100$$

$$= \frac{|(4260 - 3693)|}{1}$$

$$= \frac{4260}{1} * 100$$

$$= 13, 3096$$

Nilai RMSE dan MAPE diatas diperoleh dari data kesatu dengan jumlah pola *time series* sebanyak lima dengan target hari keenam. Kemudian untuk mencari data kedua dan seterusnya dapat digunakan rumus yang sama seperti diatas. Dari hasil RMSE dan MAPE diatas didapatkan niali RMSE sebesar 566,99 dan nilai MAPE sebesar 13,3096 %. Hal ini masih masuk dalam kategori peramalan yang baik.

4.4. Analisis Hasil Perhitungan Metode RNN-LSTM

Pada tahap inisialisasi parameter diatas didapatkan beberapa ketetapan yang termuat dalam parameter sebagai berikut:

- 1. Pola time series: 1, 2, 3, 4, 5
- 2. Max epoch: 50, 100, 500, 1000
- 3. Neuron hidden: 5, 10, 15, 25, 30
- 4. Batch size: 4, 16, 32, 64

Parameter berikut yang selanjutnya akan digunakan dalam melihat hasil yang optimal. Masing-masing parameter yang diuji dilakukan observasi sebanyak minimal 5 kali. Hal ini dikarenakan nilai bobot yang akan terus berubah sehingga dapat memilih hasil yang terbaik dari kelima observasi tersebut. Berikut adalah hasil percobaan dengan beberapa kombinasi antar parameter.

1. Perpaduan parameter pola time series

Pola *time series* yang akan digunakan pada penelitian ini dimulai dari satu hingga lima. Kemudian masing-masing pola *time series* digabungkan dengan parameter lainnya untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Tabel 4.8 Perpaduan parameter jumlah pola time series

Pola time series	Neuron <mark>hid</mark> den	<mark>M</mark> ax <mark>ep</mark> och	batch size	RMSE	MAPE
1	10	50	64	649,589	19,497
2	10	50	64	636,707	19,192
3	10	50	64	466,113	14,043
4	10	50	64	449,531	13,479
5	10	50	64	421,430	12,610

Tabel diatas merupakan contoh dalam kombinasi antara parameter pola *time series* dengan parameter lainnya. Terlihat bahwa semakin kecil jumlah pola *time series* maka semakin besar nilai *error* yang didapat. Pada pola *time series* 5 didapatkan RMSE dan MAPE sebesar 421,430 dan 12,6103% dimana hasil tersebut masuk kedalam kategori kemampuan model peramalan baik seperti yang tertera dalam Tabel 2.1. Jumlah pola *time series* menggambarkan banyaknya pola yang akan dipelajari oleh jaringan LSTM. Pembentukan pola *time series* tersebut tidak ada aturan yang pasti. Namun untuk hasil yang

optimal perlu dilakukan beberapa kali percobaan dengan mencoba pola *time* series yang berbeda-beda guna mendapatkan hasil yang optimal

2. Perpaduan parameter neuron hidden

Parameter *neuron hidden* yang digunakan dalam penelitian ini yakni sebesar 5,10,15,25, dan 30. Seperti pada kombinasi pola *time series* diatas, kombinasi parameter *neuron hidden* juga didapatkan melalui beberapa percobaan. Berikut adalah contoh dari kombinasi terhadap parameter neuron hidden.

Tabel 4.9 Perpaduan parameter jumlah pola neuron hidden

Pola time series	Neuron hid <mark>de</mark> n	Max ep <mark>och</mark>	batch size	RMSE	MAPE
5	5	50	64	292,545	8,535
5	10	50	64	421,430	12,610
5	15	50	64	323,223	9,640
5	25	50	64	433,817	13,012
5	30	50	64	429,190	12,890

Neuron hidden digunakan dalam mengolah data input kemudian dihubungkan dengan neuron output, sehingga jumlah neuron hidden dapat menetukan output yang dihasilkan oleh jaringan LSTM. Dari tabel diatas didapatkan neuron hidden yang optimum dengan nilai sebesar 5. Semakin banyak neuron hidden bukan berarti semakin baik hasil yang didapatkannya. Dalam menentukan neuron hidden perlu dilakukan percobaan berulang kali hingga didapatkan nilai yang optimal karena tidak ada aturan yang pasti dalam menentukan parameter neuron hidden.

3. Perpaduan parameter *max epoch*

Parameter *max epoch* yang digunakan dalam penelitian ini yakni sebesar 50, 100, 500, dan 1000. Seperti pada kombinasi pola *time series* dan *neuron hidden* diatas, kombinasi parameter *max epoch* juga didapatkan melalui beberapa percobaan. Berikut adalah contoh dari kombinasi terhadap parameter *max epoch*.

Tabel 4.10 Perpaduan parameter max epoch

Pola time series	Neuron hidden	Max epoch	batch size	RMSE	MAPE
5	5	50	64	292,545	8,535
5	5	100	64	362,646	10,704
5	5	500	64	552,706	16,604
5	5	1000	64	463,556	13,916

Dari tabel diatas didapatkan bahwa hasil parameter *max epoch* yang optimal yakni sebesar 50 dengan nilai MAPE sebesar 8,535%. Untuk mendapatkan nilai *max epoch* optimal harus tetap dilakukan percobaan berulang. Nilai *max epoch* yang terlalu besar bukan jaminan bahwa akan memperoleh hasil yang baik. Hal ini dikarenakan adanya *overfitting*. *Overfitting* adalah ketidakmampuan dalam mengenali pola baru dikarenakan terfokus pada data latih yang ada, yang berakibat pada rendahnya akurasi pada data uji.

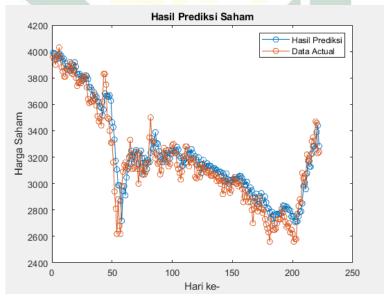
4. Perpaduan parameter batch size

Parameter *batch size* yang digunakan dalam penelitian ini yakni sebesar 4, 16, 32, dan 64. Seperti pada kombinasi pola *time series*, *neuron hidden* dan *max epoch* diatas, kombinasi parameter *batch size* juga didapatkan melalui beberapa percobaan. Berikut adalah contoh dari kombinasi terhadap parameter *batch size*.

Tabel 4.11 Perpaduan parameter batch size

Pola time series	Neuron hidden	Max epoch	batch size	RMSE	MAPE
5	5	50	4	117,266	2,980
5	5	50	16	250,543	7,253
5	5	50	32	258,062	7,339
5	5	50	64	292,545	8,536

Dari tabel diatas didapatkan bahwa hasil parameter *batch size* yang optimal yakni bernilai 4 dengan nilai RMSE dan MAPE sebesar 117,266 dan 2,980%. Dinama niali RMSE yang dihasilkan tergolong kecil dikarenakan rentang data harga saham yang cukup jauh. Serta jika dilihat dari nilai MAPE <10% maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil peramalan diatas masuk kedalam kategori peramalan yang sangat baik.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan data aktual dan hasil prediksi

Gambar 4.1 diatas dapat diketahui bahwa secara garis besar pola hasil prediksi yang terbentuk dapat mengikuti pola dari data aktual. Parameter yang

optimal yakni dengan perbandingan data latih dan uji sebesar 70:30, nilai *batch size* sebesar 4, pola *time series* sebesar 5, *neuron hidden* sebesar 5, dan *max epoch* sebesar 50 dengan nilai RMSE dan MAPE sebesar 117,266 dan 2,980%. Nilai RMSE sebesar 117,266 masih tergolong bagus dikarenakan rentang jarak yang cukup jauh diantara harga saham. Seperti pada data harian saham tanggal 13 Januari 2020 sebesar 4030 dan tanggal 30 september 2020 sebesar 2560. Dimana dari kedua data tersebut memiliki selisih yang jauh, sehingga RMSE yang dihasilkan juga besar. Nilai MAPE juga masuk kedalam kategori sangat baik karena nilainya yang <10%.

4.5. Integrasi keilmuan

Waktu adalah kunci dari jual beli saham. Dari pembahasan diatas dapat diketahui bahwa dalam membeli ataupun menjual saham haruslah pada waktu yang tepat agar tidak mengalami kerugian. Selain melakukan analisis teknikal dan fundamental dalam membeli saham, prediksi juga diperlukan dalam menganalisis waktu yang tepat. Sebagai umat manusia haruslah dapat memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya, sebagaimana sabda Rasulullah SAW

عَنْ عَبْدِ اللهِ بْنِ عُمَر رَضِيَ الله عَنْهُمَا قَالَ : أَخَذَ رَسُوْلُ اللهِ صَلَّى الله عَلَيْهِ وَسَلَّمَ بِمَنْكِبِي فَقَالَ: كُنْ فِي الدُّنْيَا كَأَنَّكَ غَرِيْبٌ أَوْ عَابِرُسَبِيْلٍ وَكَأَنَ ابْنُ عُمَرُ يَقُوْلُ إِذَا أَمْسَيْتَ فَلاَ تَنْتَظِرِ الصَّبَاحَ وَإِذَا أَصْبَحْتَ فَلاَ تَنْتَظِرِ الْمَسَاءَ وَخُذْ مِنْ صِحُتِكَ لِمَرَضِكَ وَ مِنْ حَيَاتِكَ لِمَوْتَكَ رواه البخاري

Dari Abdullah bin Umar ia berkata: "Rasulullah Saw memegang kedua pundakku seraya bersabda, 'Jadilah kamu di dunia ini seakan-akan kamu orang asing atau orang yang melewati suatu jalan.' Ibnu Umar berkata." Apabila kamu berada di sore hari janganlah kamu menunggu (melakukan sesuatu) hingga pagi

hari (datang). Apabila kamu berada di pagi hari jangankah menunggu (melakukan sesuatu) hingga sore (datang). Gunakan waktu sehatmu untuk menghadapi sakitmu, dan waktu hidupmu untuk menghadapi matimu." (HR. Bukhari)

Hadist diatas mengingatkan betapa pentingnya waktu. Sebagai umat manusia harus diusahakan agar dapat memanfaatkan waktu dengan baik, serta dapat melakukan hal-hal produktif setiap waktu. Jangan menunda-nunda suatu pekerjaan seakan manusia mempunyai banyak waktu. Begitupula dengan jual beli saham, saat harga saham turun ataupun naik harus dapat memutuskan untuk menjual, membeli, ataupun tetap menahan saham tersebut tetap dalam genggaman. Hal tersebut haruslah tetap disertai dengan informasi-informasi yang akuat agar keputusan yang diambil benar.

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan materi serta pembahasan yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya, maka pada bab ini akan diberikan simpulan dan saran.

5.1. Simpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, penulis mengambil beberapa kesimpulan, diataranya:

- 1. Nilai RMSE dan MAPE yang dihasilkan yakni sebesar 117,266 dan 2,980%. Nilai RMSE yang dihasilkan tergolong baik dikarenakan rentang jarak yang cukup jauh diantara harga saham. Nilai MAPE yang dihasilkan kurang dari 10%. Hal tersebut membuat hasil dari peramalan harga saham menggunakan metode RNN-LSTM masuk kedalam kategori kemampuan model peramalan yang sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa performa metode RNN-LSTM dalam memprediksi harga saham adalah sangat baik.
- 2. Hasil prediksi harga saham menggunakan metode RNN-LSTM yang optimal diperoleh dengan perbandingan data latih (*training*) dan uji (*testing*) sebesar 70:30 dengan *batch size* 4 serta beberapa parameter yang didapatkan melalui beberapa percobaan seperti pada nilai jumlah pola *time series* sebesar 5, *neuron hidden* sebesar 5, dan *max epoch* sebesar 50.

5.2. Saran

Setelah dilakukan pembahasan diatas menggunakan metode RNN-LSTM untuk memprediksi harga saham, penulis ingin menyampaikan beberapa saran untuk penyempurnaan penelitian dengan tema yang sama pada penelitian selanjutnya.

- Dalam membuat parameter seperti jumlah pola time series serta parameter lainnya dapat menggunakan skala yang lebih besar dengan banyak percobaan agar didapatkan hasil yang optimal.
- 2. Menambah metode prediksi lain yang dapat digabungkan dengan metode LSTM seperti ARIMA ataupun metode *deep learning* seperti *Convolution Neural Network* (CNN) untuk meningkatkan performa dalam memprediksi harga saham pada waktu yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ash Shiddieqy, Hasbi, T. M. (2000). Tafsir al-Qur'anul Majid aan-Nur, Cet II. Semarang:Pustaka Rizaki Putra
- Aldi, M. W. P., Jondri, Annisa, A., 2018, Analsis dan Implementasi Long Short Term Memory Neural Network untuk Prediksi Harga Bitcoin, e-Proceeding of Engineering, 5[2]:3548-3555
- Faishol, M. Anas, Endroyono., Irwansyah, Astria Nur, 2020, Prediksi Polusi Udara
 Perkotaan di Surabaya menggunakan Recurrent Neural Network Long Short
 Term Memory, JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi, 18(2): 012-114.
- Fardhani, A., Insani, D., Simanjuntak, N., & Wanto, A. (2018). Prediksi Harga Eceran Beras Di Pasar Tradisional Di 33 Kota Di Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation. Jurnal Infomedia, 3(1), 25–30.
- GUlli. A dan S. P. 2017. Deep Learning with Keras, Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Kadir, A., 2012. Formula Baru Ilmu Falak. Jakarta: Amzah.
- Kingma, D. P., dan Ba, Jimmy, 2015, ADAM: A Method for Stochastic Optimization.
- Kompas.com, 2020, Saatnya Koleksi Saham Telekomunikasi, ini sebabnya. Diakses pada 3 November 2020 pada pukul 21.00 WIB (https://money.kompas.com/read/2020/10/01/184618826/saatnya-koleksi-saham-telekomunikasi-ini-sebabnya)

- Lindawati, 2003, Thesis Perencanaan Bahan Baku di CV. Solindo Tama. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Mardani.2014. Hukum Bisnis Syariah. Jakarta: Prenada Media Group.
- Maulana R, Kumasari devi. 2019. Analisis Dan Perbandingan Algoritma Data Mining Dalam Prediksi Harga Saham GGRM, Jurnal Informatika Kaputama (JIK), 3(1): 22-28.
- Mortiz , M., L. Stefan, V. Stefan, 2015, Sales forecasting with partial recurrent neural networks: Empirical Insights and Benchmarking results, 48th Hawaii International Conference on System Sciences.
- Mudjiyono, 2012, Investasi Dalam Saham dan Obligasi dan Meminimalisasi Risiko Sekuritas Pada Pasar Modal Indonesia, Jurnal Stie Semarang, 4(2):1-18.
- OJK, 2013, Publikasi perkembangan keuangan syariah 2013. Diakses dari www.ojk.go.id/publikasi-laporan-keuangan-syariah-2013 tanggal 4 Oktober 2020.
- OJK, 2016, Seri 3 Pasar Modal Seri Literasi Keuangan Perguruan Tinggi, Otoritas Jasa Keuangan, Jakarta.
- Permana, Agus A. J., W. P., 2014, Sistem Evaluasi Kelayakan Mahasiswa Magang Menggunakan Elman Recurrent Neural Network. IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Sistems), 8(1): 37–48
- Radjabaycolle, J., Pulungan, R., 2016, Prediksi Penggunaan Bandwidth Menggunakan Elman Recurrent Neural Network, Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan, 10(2): 127-135

- Selasi, Dini, 2018, Ekonomi Islam; Halal dan Haramnya Berinvestasi Saham Syaria. Maro, Jurnal Ekonomi Syariah dan Bisnis, 1(2): 87-96.
- Sundaram, N. M., Ramesh, P. N., 2015, Optimization of Training phase of Elman Neural Networks by suitable adjustments on the Network parameters. International Conference on Systems, Science, Control, Communication, Engineering and Technology, India, 229–235.
- Suyudi, M. A. D., Esmeralda C. Djamal, Asri Maspupah. 2019. Prediksi Harga Saham menggunakan Metode Recurrent Neural Network. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi).
- Sjahdeini, Sutan Remy. 2014. Perbankan Syariah Produk-produk dan Aspek-aspek Hukumnya. Jakarta: Kencana Prenamedia Group