BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di pelabuhan-pelabuhan yang terletak di Sumatera yang mendukung program tol laut dan menjadi trayek tol laut, lokasi penelitian dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Daftar pelabuhan-pelabuhan yang menjadi trayek tol laut di Pulau Sumatera dapat disajikan pada Tabel 3.1.

		Koordinat		Tahun	
No	Nama Pelabuhan	Lokasi Administratif	Longitude	Latitude	Beroperasi setelah diresmikan
1	Pelabuhan Calang	Krueng sabee, Kabupaten Aceh Jaya	95° 34' 19,4"	4° 37'52,92"	2016
2	Pelabuhan Singkil Pulo Sarok, Kabupaten Aceh Singkil,Aceh		97°48'11,58"	2°16'13,87"	2016
3	Pelabuhan Tua Pejat	Kepulauan Mentawai, Sumatera barat	99°35'33,97"	-2°1'47,93"	2016
4	Pelabuhan Tanjung Tiram	Tanjung Tiram, Kabupaten Batu Bara,Sumatera Utara	99°34'58,88"	3°13'32,53"	2016
5	Pelabuhan Sirombu	Sirombu, Kabupaten Nias Barat,Sumatera Utara	97°24'39"	0°56'32,36"	2016
6	Pelabuhan Sadai	Tukak Sadai, Kabupaten Bagka Selatan,Bangka belitung	106°44'19,8"	-3°0'20,45"	2016
7	Pelabuhan Panjang	Panjang, Panjang Utara, Kec. Panjang, Kota Bandar Lampung, Lampung	105°19'10,73''	-5 °28'7,25''	2016

Tabel 3. 1 Daftar pelabuhan yang menjadi trayek Tol laut di Pulau Sumatera

3.2 Data dan Alat Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan sejumlah data dan beberapa sistem peralatan (perangkat keras) termasuk perangkat lunak (*software*).

3.2.1 Data Penelitian

Data yang diperlukan untuk keperluan proses pengolahan data pada penelitian ini adalah data koordinat pelabuhan pendukung program Tol Laut Sumatera, data Soumi NPP VIIRS yaitu VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1 2013-2019 yang diperoleh dari Google Earth Engine, dan data citra Landsat 8 Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance tahun 2013 dan 2018/2019 yang dapat diakses secara online melalui Google Earth Engine.

3.2.2 Sistem Peralatan

Sistem peralatan yang digunakan untuk proses penelitian ini terdiri dari perangkat keras berupa sistem komputer dan kelengkapannya dan perangkat lunak (*software*) *Google Earth Engine* yang dapat diakses secara *online* untuk keperluan pengolahan data, aplikasi Envi *Classic* untuk pengolahan Citra Landsat, aplikasi ArcGis untuk layout peta, Microsoft excel untuk pengolahan data lebih lanjut hasil dari pengolahan *Google Earth Engine*, dan Microsoft Word 2016 yang dimanfaatkan untuk pembuatan catatan-catatan dan laporan akhir penelitian.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Sesuai dengan kerangka berpikir, identifikasi dan rumusan masalah seperti yang disampaikan dalam Bab I maka disusun alur pelaksanaan penelitian seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram alir proses pengolahan data

Gambar 3.2 menunjukkan tahapan pengolahan yang dilakukan hingga analisis yang dilakukan, berikut merupakan rincian dari diagram alir proses pengolahan data pada Gambar 3.2.

3.3.1 Pemanggilan data VIIRS

Data VIIRS diperoleh menggunakan *Google Earth Engine* yang diakses secara *online*, data VIIRS yang digunakan yaitu *VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1*, pembuatan *script* pada *code editor Google Earth Engine* seperti terdapat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Script pengambilan data

Dalam *script* dilakukan beberapa proses untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk analisis yaitu *import* terlebih dahulu koordinat pelabuhan yang menjadi wilayah penelitian. Pada *collect and Visualize* VIIIRS *image* yaitu dilakukan pemanggilan dan menampilkan data VIIRS disimpan dalam variabel *dataset* dengan 2 *band* yaitu avg_rad (nilai *Nightime*) dan cf_cvg (jumlah pengamatan data yang dilakukan), *map setcenter* untuk *zoom* citra pada *Google Earth Engine, map addlayer* untuk memasukkan data. Hasil *script* pada Gambar 3.3 tersebut dapat diperoleh kenampakan data VIIRS seperti Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tampilan VIIRS dalam Google Earth Engine

3.3.2 Time series 2013-2019

Waktu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mulai dari Tahun 2013 hingga 2019, pemanggilan data VIIRS pada tahun tersebut dilakukan dengan *script* seperti pada Gambar 3.5

```
8 //collect and visualize max value in 2013 and 2019
9 var nt13 = nighttime
10    .filterDate('2013-01-01','2013-12-31')
11    .max();
12 var nt19 = nighttime
13    .filterDate('2019-01-01','2019-12-31')
14    .max();
15 Map.addLayer(nt13, nighttimeVis, 'Nighttime 2013');
16 Map.addLayer(nt19, nighttimeVis, 'Nighttime 2019');
17
```

Gambar 3.5 Script time series VIIRS

Collect and visualize max value in 2013-2019 adalah waktu pengamatan yang dilakukan dengan *filterdate* dari tahun 2013 hingga tahun 2019 dan mengambil data maksimum setiap pengamatan, data *nightime* yang ada yaitu data perbulan dan memiliki nilai nol untuk melakukan analisis mengambil nilai maksimum *map addlayer* untuk memasukkan data sehingga citra dapat tervisualisasi. Hasil *script* pada Gambar 3.5 tersebut dapat diperoleh kenampakan data VIIRS seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Tampilan VIIRS Tahun 2013 (a) dan tampilan VIIRS Tahun 2019 (b)

3.3.3 Perubahan nilai cahaya malam (nighttime) 2013-2019

Selanjutnya pembuatan *script* untuk melihat perubahan nilai cahaya malam (*nighttime*) dari Tahun 2013 hingga Tahun 2019 seperti pada Gambar 3.7

18	<pre>//calculate and visualize nighttime change 2013-2019</pre>
19	<pre>var nt = (nt19.subtract(nt13));</pre>
20	<pre>var ntVis = {min: 0.0, max: 30.0};</pre>
21	Map.addLayer(nt, ntVis, 'Nighttime 2013-2019');
22	

Gambar 3.7 Script perubahan nilai nighttime 2013-2019

Calculate and visualize nightime change 2013-2019 yaitu data perbedaan atau perubahan nilai *nightime* dari tahun 2013 hingga 2019, Hasil dari pengolahan data VIIRS pada *Google Earth Engine* diperoleh data *time series* VIIRS dari Tahun 2013-2019 dan perubahan nilai cahaya malam dari Tahun 2013-2019. Hasil *script* pada Gambar 3.7 tersebut dapat diperoleh kenampakan data VIIRS seperti Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Kenampakan citra nighttime 2013-2019

3.3.4 Buffer titik Pelabuhan

Setiap pelabuhan dilakukan buffer dengan script seperti pada Gambar 3.9.

```
23 //Buffer points
24 var enexpoints_b = enexpoints.buffer(5000);
25 Map.addLayer(enexpoints_b,{}, 'Entrence and Exit Points Buffer');
```

Gambar 3.9 Script buffer titik pelabuhan

Tahap ini termasuk dalam *script* pengambilan data VIIRS pada Gambar 3.7, *buffer Point* dilakukan untuk menentukan seberapa luas daerah yang ingin dijangkau dalam Penelitian ini menggunakan *buffer* 5000 m. Hasil *script* pada Gambar 3.9 tersebut dapat diperoleh kenampakan data VIIRS seperti Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Hasil buffer titik pelabuhan

3.3.5 Identifikasi peningkatan radiasi cahaya malam

Tahap ini dapat dilakukan setelah *script* telah selesai, untuk memperoleh data yang ingin dianalisis dengan memperhatikan perubahan cahaya pada citra, selanjutnya pilih *Inspector* pada *taskbar code editor Google Earth Engine* dan pilih secara acak daerah yang menandakan cahaya yang lebih terang di *workspace Google Earth Engine* pada wilayah disekitar pelabuhan yang termasuk dalam *buffer*, setiap pelabuhan diambil 4 sampel daerah maka daerah sampel yang dipilih dapat dilihat dalam bentuk grafik yaitu pilih series maka akan diperoleh grafik dan juga data nilai *nighttime* seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Inspector pada Google Earth Engine [17].

Hasil grafik dan nilai *nighttime* dapat didownload untuk diolah dalam Microsoft Excel, Gambar 3.12 merupakan salah satu grafik *nightime* daerah sampel pelabuhan dengan sumbu X meripakan waktu pengambilan data dan sumbu Y merupakan nilai intensitas cahaya malam, garis biru pada grafik menyatakan band avg_rad (nilai intensitas cahaya malam) dan garis merah merupakan band cf_cvg (jumlah pengambilan data) dapat dilihat seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Grafik data nighttime [17]

3.3.6 Filter data berdasarkan observasi

Pada tahap ini data nilai *nighttime* yang telah diperoleh dari *Google Earth Engine* diolah lebih lanjut dalam Microsoft Excel. Dalam data tersebut terdapat waktu pengambilan data citra VIIRS dari tahun 2013-2019, nilai intensitas cahaya dan banyaknya pengukuran atau perekaman yang dilakukan. Pada awal pengolahan nilai intensitas cahaya difilter terlebih dahulu yaitu intensitas cahaya yang bernilai nol tidak digunakan. Selanjutnya data dipisahkan menurut tahun sebelum diberlakukannya kebijakan yaitu mulai Tahun 2013 hingga juni 2016 dan setelah disahkan nya pelabuhan tersebut untuk mendukung program Tol Laut yaitu mulai dari juli 2016 hingga Desember 2019. Pada Gambar 3.13 merupakan data nilai *nighttime* yang diperoleh dari *Google Earth Engine* sebelum dilakukan filter data dan nilai nightime yang telah dilakukan filter data.

No	Time	avg_rad	cf_cvg		No	Time	avg_rad	cf_cvg
1	Apr 1, 2012	0	0		10	Jan 1, 2013	0.868	3
2	May 1, 2012	0	0		12	Mar 1, 2013	2.95	4
3	Jun 1, 2012	2.119	4		13	Apr 1, 2013	0.772	1
4	Jul 1, 2012	0	0		16	Jul 1, 2013	2.492	1
5	Aug 1, 2012	0	0		19	Oct 1, 2013	2.209	1
6	Sep 1, 2012	0	0		22	Jan 1, 2014	5.445	1
7	Oct 1, 2012	0	0		23	Feb 1, 2014	2.345	8
8	Nov 1, 2012	0	0	N	24	Mar 1, 2014	2.714	4
9	Dec 1, 2012	0	0		25	Apr 1, 2014	1.158	2
10	Jan 1, 2013	0.868	3	, r	27	Jun 1, 2014	1.953	2
11	Feb 1, 2013	0	0		28	Jul 1, 2014	0.636	2
12	Mar 1, 2013	2.95	4		29	Aug 1, 2014	0.796	1
13	Apr 1, 2013	0.772	1		30	Sep 1, 2014	0.793	2
14	May 1, 2013	0	0		31	Oct 1, 2014	2.042	1
15	Jun 1, 2013	0	0		34	Jan 1, 2015	1.227	4
16	Jul 1, 2013	2.492	1		35	Feb 1, 2015	2.287	6
17	Aug 1, 2013	0	0		36	Mar 1, 2015	2.11	6
(a)						(b)		

Gambar 3.13 Nilai *nighttime* sebelum dilakukan filter data (a) dan setelah dilakukan filter data (b) [17].

3.3.7 Perhitungan gradien

Tahap ini dilakukan untuk dapat mengetahui ada tidaknya perubahan atau perkembangan dari wilayah sampel penelitian, dengan menggunakan rumus *slope* pada Microsoft Excel dapat dilihat seperti pada Gambar 3.14.

F2		: ×	 . 	f _x =SL0	DPE(B2:B3	1,D2:D31)		
	А	в	С	D	Е	F	G	
1	Time	Sebelum	Setelah		Rumus Gr	adien		
2	Jan 1, 2013	0.868		1	Sebelum	-0.027252	mb	
3	Mar 1, 2013	2.95		2	Setelah	0.146193	ma	
4	Apr 1, 2013	0.772		3				
5	Jul 1, 2013	2.492		4				
6	Oct 1, 2013	2.209		5				
7	Jan 1, 2014	5.445		6				
8	Feb 1, 2014	2.345		7				
9	Mar 1, 2014	2.714		8				
10	Apr 1, 2014	1.158		9				
11	Jun 1, 2014	1.953		10				
12	Jul 1, 2014	0.636		11				
13	Aug 1, 2014	0.796		12				

Gambar 3.14 Perhitungan gradien

Hasil perhitungan gradien setiap pelabuhan disajikan pada Tabel 3.2 berikut.

Pelabuhan	Nilai gradien sebelum kebijakan (mb)	Nilai gradien setelah kebijakan (ma)
Pelabuhan Calang a	-0.02	0.14
Pelabuhan Calang b	0.007	0.09
Pelabuhan Calang c	-0.027	0.06
Pelabuhan Calang d	-0.002	0.05
Pelabuhan Singkil a	0.007	-0.095
Pelabuhan Singkil b	0.03	-0.19
Pelabuhan Singkil c	0.004	0.007
Pelabuhan Singkil d	0.22	-0.03
Pelabuhan Tua pejat a	0.012	0.007
Pelabuhan Tua pejat b	-0.004	0.0004
Pelabuhan Tua pejat c	0.014	0.005
Pelabuhan Tua pejat d	-0.0008	0.001
Pelabuhan Tanjung Tiram a	0.002	0.027
Pelabuhan Tanjung Tiram b	0.04	-0.02
Pelabuhan Tanjung Tiram c	0.009	0.045
Pelabuhan Tanjung Tiram d	0.026	-0.001
Pelabuhan Sirombu a	0.003	-0.001
Pelabuhan Sirombu b	-0.0001	0.005
Pelabuhan Sirombu c	-0.001	0.0008
Pelabuhan Sirombu d	-0.004	-0.002
Pelabuhan Sadai a	0.01	0.02
Pelabuhan Sadai b	0.016	0.009
Pelabuhan Sadai c	-0.01	0.004
Pelabuhan Sadai d	0.0086	0.0009
Pelabuhan Panjang a	0.053	0.102
Pelabuhan Panjang b	0.15	-0.077
Pelabuhan Panjang c	0.132	0.111
Pelabuhan Panjang d	0.058	0.059

Tabel 3.2 Hasil perhitungan gradien

3.8 Pengolahan Citra Landsat 8

Tahap dilakukan untuk membandingkan hasil kesesuain antara citra VIIRS dengan menggunakan citra Landsat 8 *Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance* yang diperoleh dari *Google Earth Engine*. Citra telah terkoreksi baik geometrik maupun radiometrik sehingga untuk pengolahan citra ini tidak dilakukan koreksi.

- a. Tahap pertama dengan membuat script terlebih dahulu seperti pada Gambar
 - 3.15.



Gambar 3.15 Script pemanggilan data citra Landsat 8

Koordinat sampel yang diperoleh dari pengolahan VIIRS di *Import*.pada *script* ini seperti pada Gambar 3.15. Data citra yang digunakan yaitu citra Landsat-8 2 tahun yang berbeda yaitu sebelum adanya pengesahan pelabuhan (Tahun 2013) dan setelah pengesahan (tahun 2018/2019).

b. Perhitungan luas area terbangun

Untuk menghitung luas area pada citra ini dilakukan terlebih dahulu klasifikasi menggunakan klasifikasi *unsupervised* (tidak terbimbing). metode klasifikasi ini digunakan karena kurang pengetahuan mengenai kawasan disekitar sampel yang diambil, dimana sistem kerja dengan klasifikasi *unsupervised* yaitu melakukan pengelompokan nilai-nilai pixel suatu citra oleh komputer kedalam kelas-kelas spektral dengan menggunakan algoritma kulterisasi. Jenis klasifikasi *unsupervised* yang digunakan yaitu Iso data. Iso data mengklasifikasi kelas secara merata, setiap pixel diklasifikasikam ke kelas terdekat, memisah kelas, menggabungkan dan menghapus dilakukan berdasarkan parameter input. Pada klasifikasi dibagi ke 4 kelas dari tahap ini akan dihasilkan *classification distribution* yaitu jumlah titik dan persen luas dari setiap hasil klasifikasi dapat dilihat seperti pada Gambar 3.16.

	Cla	ssification	Distribu	_		×
Fil	e					
Fi	le:	Ъ19 [2,	550 po:	ints]		
C1	ass	Name	Npts	Pct		
Un C1 C1 C1 C1 C1	clas ass ass ass ass ass	ssified 1 2 3 4	[0] [1428] [672] [275] [175]	0.000 56.000 26.35 10.78 6.863	K D% 3% 4 % K	

Gambar 3.16 Hasil classification distribution

Hasil pada Gambar 3.16 berupa jumlah titik atau jumlah pixel setiap objek pada citra, luas area daerah terbangun dapat diperoleh dengan jumlah point area terbangun hasil dari klasifikasi dikalikan dengan resolusi spasial dari citra Landsat dapat ditulis seperti berikut:

```
Luas area= Point x (resolusi spasial)<sup>2</sup>
```

Sehingga akan diperoleh hasil perhitungan untuk seluruh sampel pelabuhan seperti disajikan pada Tabel 3.3 berikut:

			Luas area terbangun		
No	Nama		(n	\mathbf{n}^2)	
INO	Pelabuhan	daerah	Sebelum	Setelah	
		sampel	Kebijakan	Kebijakan	
		a	753300	970200	
1	Pelabuhan	b	845100	604800	
1	Calang	с	890100	773100	
		d	396000	341100	
		a	359100	157500	
2	Pelabuhan	b	623700	399600	
Z	Singkil	с	0	0	
	_	d	398700	322200	
		а	230400	232200	
2	Pelabuhan Tua Pejat	b	159300	180000	
5		с	103500	108000	
		d	272700	370800	
	Dalabashan	а	358200	404100	
4	Pelabuhan Tanjung Tiram	b	726300	691200	
4		с	202500	304400	
		d	576000	653400	
		а	314100	159300	
5	Pelabuhan	b	377100	405000	
5	Sirombu	с	45000	132300	
		d	207900	344700	
		а	419400	534600	
6	Pelabuhan	b	728100	663300	
0	Sadai	с	0	0	
		d	341100	444600	
		а	675900	525600	
7	Pelabuhan	b	319500	268200	
	Panjang	с	165600	1357200	
		d	326700	412200	

Tabel 3. 3 Hasil perhitungan luas area terbangun