PERBAIKAN KUALITAS CITRA MAPS MENGGUNAKAN METODE CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)

Dian Lestari Nasution

Program Studi Teknik Informatika STMIK Budi Darma, Medan, Indonesia
Email: dianlestar059@gmail.com

Abstrak

Citra maps yang ada di google maps juga bisa di-screenshoot, pada saat pengambilan citra maps/peta kualitas gambar tidak maksimal, hal ini dikarenakan kemampuan dari komputer yang digunakan untuk mengambil citra tersebut tidak mendukung grafis yang tinggi. Citra maps ini dapat digunakan sebagai bahan untuk keperluan pekerjaan yang menggunakan citra seperti desain grafis yaitu percetakan. Kemampuan komputer yang tidak mendukung pengolahan grafis yang besar dalam mendapatkan citra yang baik tidak menjadi masalah utama dalam perbaikan citra. Karena citra yang tidak maksimal unsur warnanya dapat dimanipulasi dengan teknik pengolahan citra digital salah satu metode untuk memanipulasi unsure warna citra yaitu dengan metode CLAHE. Metode CLAHE diterapkan dan mengkalkulasi nilai piksel yang ada di masing-masing layer RGB. Dalam bidang desain grafis citra yang memiliki intensitas yang kurang dapat diperbaiki dengan peningkatan kontras. Peningkatan kontras citra dapat dilakukan dengan metode CLAHE.

Kata Kunci: Citra Maps, Kontras, CLAHE.

Abstract

Map images that are on Google Maps can also be screenshotted, when taking image maps / maps the image quality is not optimal, this is because the ability of the computer used to take the image does not support high graphics. This map image can be used as material for the purposes of work that uses images such as graphic design, namely printing. The ability of computers that do not support large graphics processing in getting a good image is not a major problem in image improvement. Because the image that is not maximized, its color elements can be manipulated with digital image processing techniques, one of the methods for manipulating elements of image colors is the CLAHE method. The CLAHE method is applied and calculates the pixel values that exist in each RGB layer. In the field of graphic design images that have less intensity can be improved by increasing contrast. Image contrast enhancement can be done by the CLAHE method.

Keywords: Maps Imagery, Contrast, CLAHE.

1. PENDAHULUAN

Citra peta (*maps*) digital sering kali digunakan untuk menelusuri, menjelajahi, dan menemukan jalan di seluruh dunia dan juga memberikan citra satelit, peta jalan, kondisi lalu lintas, dan perencanaan *route* untuk bepergian dengan berjalan kaki, mobil, sepeda, atau angkutan umum. Citra *maps* yang ada di google *maps* juga bisa di-screenshoot, pada saat pengambilan citra *maps*/peta kualitas gambar tidak maksimal, hal ini dikarenakan kemampuan dari komputer yang digunakan untuk mengambil citra tersebut tidak mendukung grafis yang tinggi. Kenampakan hipsografi atau relief muka bumi, menggunakan warna dasar coklat, dari coklat muda sampai coklat tua, kenampakan hidrografi atau wilayah perairan (sungai, danau, laut), menggunakan warna dasar biru, dari biru muda (hampir putih) sampai biru tua (kehitaman) dan Kenampakan vegetasi (hutan, perkebunan), menggunakan warna dasar hijau. Warna hijau juga digunakan untuk menggambarkan wilayah dataran rendah.

2. TEORITIS

2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Citra yang disimpan dalam memori komputer hanyalah angka-angka yang menunjukkan besar intensitas pada masing-masing pixel tersebut. Sebuah citra digital dapat mewakili oleh sebuah matriks yang terdiri dari M kolom N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (piksel = *picture element*) yaitu elemen terkecil dari sebuah citra. Piksel mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas atau warna. Nilai yang terdapat pada koordinat (x,y) adalah $f(x,y)$, yaitu besar intensitas atau warna dari piksel di titik itu [3].

2.2 Peningkatan Kualitas Citra

Peningkatan kualitas citra adalah suatu proses untuk mengubah sebuah citra menjadi citra baru sesuai dengan kebutuhan melalui berbagai cara. Cara-cara yang bisa dilakukan misalkan dengan fungsi transformasi, operasi matematis, pemfilteran, dan lain-lain. Tujuan utama dari peningkatan kualitas citra adalah untuk memproses citra

sehingga citra yang dihasilkan lebih baik daripada citra aslinya untuk aplikasi tertentu. Peningkatan kualitas citra aslinya untuk aplikasi tertentu.

2.3 CLAHE

Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) merupakan versi perbaikan dari *Adaptive Histogram Equalization* (AHE) dimana masalah noise pada AHE dapat dikurangi dengan membatasi peningkatan kontras khususnya pada daerah yang homogen, yang dicirikan sebagai puncak yang tinggi pada histogram terkait dengan daerah kontekstual karena banyak piksel yang tergabung pada kisaran abu-abu yang sama [2].

Algoritma CLAHE dalam ruang warna YIQ dapat mencakup langkah-langkah berikut:

Langkah 1: Tiga komponen R, G dan B dalam gambar RGB dinormalisasi ke kisaran [0, 1] sebagai

$$R_n(x,y) = \frac{R(x,y)}{255}$$

$$G_n(x,y) = \frac{G(x,y)}{255}$$

$$B_n(x,y) = \frac{B(x,y)}{255}$$

Langkah 2 : Transformasi linear dari ruang warna RGB ke ruang warna YIQ

Langkah 3 : Komponen iluminansi (Yn) pada gambar YIQ ditingkatkan dengan Rayleigh CLAHE menjadidapatkan komponen pencahayaan yang lebih baik (Y'n).

Langkah 4 : Transformasi linear dari ruang warna YIQ ke belakang ke ruang warna RGB

Langkah 5 : Gambar RGB yang dinormalisasi mundur ke kisaran [0, 255]

$$R' = 255 \times R_n$$

$$G' = 255 \times G_n$$

$$B' = 255 \times B_n$$

Langkah 6 : Output akhir gambar RGB dapat dihitung sebagai

$$R1 = \frac{R' - R'_{\min}}{R'_{\max} - R'_{\min}}$$

$$G1 = \frac{G' - G'_{\min}}{G'_{\max} - G'_{\min}}$$

$$B1 = \frac{B' - B'_{\min}}{B'_{\max} - B'_{\min}}$$

2.4 Maps/Peta

Dalam pengertian sederhana, peta dapat diartikan sebagai sebuah (dokumen resmi mengenai) bentuk sajian (presentasi) atau gambaran (miniature) mengenai unsur-unsur spasial (*features*) yang (pada umumnya) terdapat di permukaan bumi pada sebuah (media) bidang datar (atau yang telah “didatarkan”). Pembuatan dokumen resmi ini, sebagai hasil perekaman “perjalanan” yang panjang (survey), bertujuan untuk mempublikasikan dan mengkomunikasikan data, informasi, dan pengetahuan mengenai unsur-unsur spasial yang telah dikumpulkan, dikembangkan, dan kemudian dikompilasi oleh (tim/pihak) pembuatnya [6].

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perbaikan kualitas citra maps dilakukan dengan metode *Contrass Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Metode CLAHE melakukan peningkatan penyebaran kontras dengan menggunakan transformasi RGB ke YIQ dan YIQ ke RGB dengan melakukan normalisasi maksimum dan minimum warna tersebut. Tujuan dalam kegiatan analisa ini adalah melakukan peningkatan kecerahan citra peta yang diambil dari aplikasi peta seperti google maps. Pada saat pengambilan citra peta kualitas gambar tidak maksimal, hal ini dikarenakan kemampuan dari komputer yang digunakan untuk mengambil citra tersebut tidak mendukung grafis yang tinggi atau spesifikasi utama dan pengaturan dari komputer yang memadai untuk mengolah citra yang ditampilkan aplikasi google maps.

3.1 Penerapan Metode CLAHE

Metode CLAHE digunakan untuk meningkatkan kontras citra dengan mengubah nilai intensitas dalam citra CLAHE beroperasi pada daerah yang kecil yang disebut sebagai tile, CLAHE menerapkan interpolasi bilinear untuk mengeliminasi adanya *region boundaries* oleh karena itu daerah-daerah kecil yang bertetangga terlihat lebih halus atau tidak terlihat batasnya.

Berikut telah disiapkan citra maps yang mengalami gangguan seperti masalah kecerahan dan noise dengan dimensi 521 x 249 dan telah ditransformasikan menjadi 20 x 20 dengan format JPG. Berikut tampilan yang dijadikan sampel pengujian.

Adapun Script matlab adalah sebagai berikut :

```
dian= imread ('D:\citra_maps.jpg');
```

```
dian= imcrop(dian,[1,1,19,19]) ;
```

```
r=dian (:,:,1) ;
```

```
g=dian (:,:,2) ;
```

```
b=dian (:,:,3) ;
```

```
figure, imshow (dian) ;
```

Nilai piksel 20 x 20 diambil dari sudut bagian kiri atas seperti yang digambarkan dibawah ini :

Gambar 1. Citra_maps.jpg

Gambar 2. Citra Sampel

Proses perbaikan kualitas citra bekerja pada pixel RGB yang ada didalam citra, untuk mendapatkan nilai pixel pada citra tidak bisa dilakukan secara manual dan harus menggunakan software khusus, pada penelitian ini penulis menggunakan Matlab R2014a, berikut adalah nilai matrik untuk Pixel R:

Gambar 3. Matrik pixel warna Red 20x20

Langkah 1: Tiga komponen R, G dan B dalam gambar RGB dinormalisasi ke kisaran [0, 1] sebagai

$$R_n(x,y) = \frac{R(x,y)}{255}$$

$$G_n(x,y) = \frac{G(x,y)}{255}$$

$$B_n(x,y) = \frac{B(x,y)}{255}$$

Pada gambar 3.3 bisa dilihat terdapat nilai-nilai matriks dalam baris dan kolom yang ada didalam gambar tersebut. Adapun cara untuk menghitung nilai matriks yang akan dinormalisasi adalah sebagai berikut :

$$\text{Contoh: } R_n(0,0) = R \ 47 \div 255 = 0,18$$

$$R_n(0,1) = R \ 35 \div 255 = 0,14$$

$$R_n(0,2) = R \frac{255}{39} = 0,15$$

$$R_n(0,3) = R \frac{65}{255} = 0,25$$

Step 1		Normalisasi																		
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	0.18	0.14	0.15	0.25	0.25	0.23	0.23	0.21	0.26	0.30	0.30	0.36	0.36	0.35	0.37	0.33	0.31	0.38	0.30	0.26
1	0.11	0.20	0.22	0.20	0.17	0.13	0.14	0.18	0.24	0.21	0.28	0.38	0.37	0.34	0.40	0.41	0.31	0.31	0.33	0.27
2	0.11	0.22	0.27	0.18	0.16	0.15	0.16	0.17	0.23	0.22	0.22	0.32	0.32	0.37	0.36	0.37	0.34	0.30	0.36	0.30
3	0.13	0.20	0.23	0.17	0.17	0.15	0.16	0.18	0.20	0.22	0.25	0.27	0.32	0.35	0.37	0.30	0.34	0.33	0.33	
4	0.11	0.14	0.11	0.10	0.15	0.13	0.07	0.15	0.17	0.11	0.15	0.21	0.25	0.32	0.38	0.38	0.32	0.38	0.37	0.35
5	0.09	0.06	0.04	0.07	0.11	0.13	0.13	0.19	0.16	0.16	0.16	0.17	0.18	0.27	0.31	0.27	0.30	0.35	0.33	0.33
6	0.07	0.06	0.08	0.09	0.08	0.15	0.24	0.24	0.25	0.27	0.24	0.19	0.25	0.30	0.30	0.21	0.29	0.33	0.29	0.34
7	0.13	0.13	0.12	0.08	0.11	0.20	0.27	0.20	0.22	0.22	0.21	0.29	0.25	0.27	0.30	0.29	0.30	0.29	0.32	0.35
8	0.13	0.15	0.21	0.15	0.20	0.22	0.25	0.21	0.20	0.19	0.23	0.22	0.26	0.33	0.31	0.31	0.34	0.28	0.33	0.27
9	0.12	0.15	0.27	0.24	0.20	0.24	0.23	0.26	0.29	0.28	0.29	0.24	0.28	0.31	0.28	0.28	0.32	0.31	0.29	0.31
10	0.13	0.10	0.22	0.30	0.26	0.25	0.19	0.24	0.30	0.25	0.25	0.24	0.29	0.29	0.29	0.26	0.29	0.32	0.28	0.33
11	0.15	0.13	0.14	0.18	0.21	0.22	0.24	0.22	0.24	0.20	0.24	0.25	0.26	0.24	0.31	0.31	0.30	0.30	0.31	0.28
12	0.12	0.15	0.11	0.10	0.16	0.16	0.25	0.27	0.27	0.27	0.26	0.25	0.21	0.18	0.24	0.27	0.28	0.32	0.30	0.31
13	0.14	0.18	0.16	0.17	0.17	0.13	0.14	0.22	0.25	0.29	0.25	0.22	0.24	0.24	0.20	0.24	0.28	0.30	0.33	0.31
14	0.10	0.15	0.16	0.18	0.18	0.18	0.14	0.18	0.24	0.27	0.27	0.25	0.27	0.27	0.24	0.23	0.31	0.30	0.31	0.36
15	0.11	0.13	0.15	0.20	0.22	0.21	0.15	0.15	0.23	0.16	0.21	0.24	0.28	0.30	0.31	0.25	0.25	0.29	0.33	0.41
16	0.17	0.15	0.18	0.21	0.27	0.20	0.11	0.17	0.22	0.18	0.22	0.29	0.27	0.26	0.21	0.23	0.25	0.30	0.31	0.38
17	0.16	0.14	0.17	0.18	0.22	0.22	0.14	0.16	0.21	0.20	0.23	0.24	0.20	0.22	0.22	0.27	0.31	0.31	0.30	0.38
18	0.14	0.16	0.18	0.14	0.13	0.23	0.24	0.25	0.25	0.24	0.25	0.24	0.20	0.22	0.24	0.28	0.33	0.29	0.30	0.35
19	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17	0.21	0.24	0.23	0.21	0.22	0.20	0.19	0.21	0.24	0.29	0.29	0.29	0.30	0.31

Gambar 4. Tabel Normalisasi warna RED

Langkah 2: Transformasi linear dari ruang warna RGB ke ruang warna YIQ

Pada gambar 5. di bawah ini akan ditransformasi yaitu dengan mengalikan kolom (nilai normalisasi) dan baris (nilai matriks), setelah mendapatkan hasil dari nilai kolom dikali baris maka nilai tersebut dijadikan nilai YIQ. Adapun cara menghitung transformasi linier adalah sebagai berikut :

$$(0,0)=(0.18*47)+(0.11*35)+(0.11*39)+(0.13*65)+(0.11*65)+(0.09*59)+(0.07*58)+(0.13*54)+(0.13*66)+(0.12*76)+(0.13*77)+(0.15*91)+(0.12*91)+(0.14*90)+(0.10*95)+(0.11*85)+(0.17*78)+(0.16*98)+(0.14*76)+(0.15*66) = 181$$

Step 2		YIQ																		
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	181	202	230	238	258	267	259	290	329	314	333	347	359	383	397	403	421	439	445	467
1	170	195	221	227	246	251	242	271	311	294	315	331	340	358	371	378	394	407	418	439
2	169	195	221	224	241	246	238	269	307	292	311	328	337	355	367	376	391	403	415	433
3	159	182	205	210	226	231	222	251	288	273	292	308	315	334	346	353	368	380	390	410
4	145	163	180	188	205	210	198	225	257	244	262	274	277	291	300	311	328	339	349	372
5	128	139	156	164	179	187	179	201	227	216	230	237	240	254	260	268	288	298	304	328
6	141	154	178	183	197	210	207	230	257	247	259	263	270	288	294	300	325	334	340	363
7	149	163	185	193	209	220	218	242	271	259	274	283	291	309	320	324	344	356	363	383
8	156	176	198	203	219	228	222	251	284	271	287	302	311	332	343	346	364	379	387	407
9	168	191	220	222	238	248	244	272	306	292	310	326	337	363	375	380	396	409	418	436
10	166	182	207	218	234	244	238	266	299	287	304	318	331	356	370	371	386	406	406	424
11	154	170	193	200	217	227	221	246	278	264	281	295	304	326	338	342	358	373	379	399
12	148	161	188	193	208	221	218	239	269	254	271	282	291	312	323	326	344	354	360	381
13	149	167	194	196	209	219	213	237	267	253	271	284	292	310	322	330	342	352	359	375
14	152	170	196	199	214	222	217	243	273	259	276	288	296	316	327	336	350	361	369	386
15	153	166	186	200	215	221	216	241	273	264	279	293	302	321	333	334	349	368	368	384
16	152	170	191	195	212	218	213	239	268	254	272	288	294	315	331	340	349	363	369	382
17	150	165	188	195	210	217	208	234	264	249	267	283	290	311	324	331	342	356	362	379
18	153	168	194	200	215	225	222	245	276	262	279	293	302	323	334	338	354	366	373	393
19	148	161	185	193	207	215	209	230	260	249	266	282	289	308	320	323	335	349	351	366

Gambar 5. Tabel Hasil Trasformasi Linier

Langkah 3: Komponen iluminansi (model pencahayaan) (Yn) pada gambar YIQ ditingkatkan dengan Rayleigh CLAHE menjadi dapatkan komponen pencahayaan yang lebih baik (Y'n).

Pada gambar6. dibawah ini hanya menuliskan hasil yang didapatkan dari nilai YIQ, tetapi nilainya dibalikkan yaitu yang kolom ditullis menjadi baris atau yang baris ditulis menjadi kolom.

Step 3	Y'n																			
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	181	170	169	159	145	128	141	149	156	168	166	154	148	149	152	153	152	150	153	148
1	202	195	195	182	163	139	154	163	176	191	182	170	161	167	170	166	170	165	168	161
2	230	221	221	205	180	156	178	185	198	220	207	193	188	194	196	186	191	188	194	185
3	238	227	224	210	188	164	183	193	203	222	218	200	193	196	199	200	195	195	200	193
4	258	246	241	226	205	179	197	209	219	238	234	217	208	209	214	215	212	210	215	207
5	267	251	246	231	210	187	210	220	228	248	244	227	221	219	222	221	218	217	225	215
6	259	242	238	222	198	179	207	218	222	244	238	221	218	213	217	216	213	208	222	209
7	290	271	269	251	225	201	230	242	251	272	266	246	239	237	243	241	239	234	245	230
8	329	311	307	288	257	227	257	271	284	306	299	278	269	267	273	273	268	264	276	260
9	314	294	292	273	244	216	247	259	271	292	287	264	254	253	259	264	254	249	262	249
10	333	315	311	292	262	230	259	274	287	310	304	281	271	271	276	279	272	267	279	266
11	347	331	328	308	274	237	263	283	302	326	318	295	282	284	288	293	288	283	293	282
12	359	340	337	315	277	240	270	291	311	337	331	304	291	292	296	302	294	290	302	289
13	383	358	355	334	291	254	288	309	332	363	356	326	312	310	316	321	315	311	323	308
14	397	371	367	346	300	260	294	320	343	375	370	338	323	322	327	333	331	324	334	320
15	403	378	376	353	311	268	300	324	346	380	371	342	326	330	336	334	340	331	338	323
16	421	394	391	368	328	288	325	344	364	396	386	358	344	342	350	349	349	342	354	335
17	439	407	403	380	339	298	334	356	379	409	406	373	354	352	361	368	363	356	366	349
18	445	418	415	390	349	304	340	363	387	418	406	379	360	359	369	368	369	362	373	351
19	467	439	433	410	372	328	363	383	407	436	424	399	381	375	386	384	382	379	393	366

Gambar 6. Komponen iluminansi berwarna Red

Langkah 4: Transformasi linear dari ruang warna YIQ ke belakang ke ruang warna RGB

Pada gambar 7 di bawah ini akan ditransformasikan lagi yaitu mengalikan kolom (nilai Y'n) dan baris (nilai YIQ), dimulai dari kolom 0 nilai Y'n dan baris 0 nilai YIQ, untuk lebih jelasnya bisa di lihat pada pengerjaan dibawah ini.

$(0,0)=(181*181)+(202*202)+(230*230)+(238*238)+(258*258)+(267*267)+(259*259)+(290*290)+(329*329)+(314*314)+(333*333)+(347*347)+(359*359)+(383*383)+(397*397)+(403*403)+(421*421)+(439*439)+(445*445)+(467*467)=2292303$

Step 4																									
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	2292303	2155712	2134472	2005227	1785900	1563820	1756751	1869399	1980476	2149574	2101773	1945599	1865020	1861358	1901409	1909175	1891267	1860134	1926219	1829433					
1	2155318	2027005	2007048	1885476	1679251	1470424	1651848	1757680	1862138	2021140	1976086	1829273	1753525	1750183	1787825	1795078	1778201	1748934	1811093	1720109					
2	2134472	2007451	1987702	1867298	1663047	1456162	1635769	1740644	1844135	2001621	1956977	1811601	1736569	1733303	1770559	1777685	1761077	1732079	1793591	1703504					
3	2005227	1885855	1867298	1754219	1562360	1368001	1536693	1635235	1732481	1880405	1838494	1701927	1631404	1628302	1663323	1670040	1654450	1627218	1684978	1600325					
4	1785900	1679613	1663047	1562360	1391716	1218672	1368851	1456486	1542985	1674618	1637281	1515778	1452992	1450167	1481419	1487320	1473414	1449214	1500662	1425196					
5	1563820	1470696	1456162	1368001	1218672	1067272	1198859	1275499	1351102	1466325	1433658	1327301	1272398	1269817	1297212	1302359	1290104	1268941	1314079	1247927					
6	1756751	1652092	1635769	1536693	1368851	1198859	1346844	1432921	1517772	1647266	1610579	1491043	1429446	1426511	1457262	1463063	1449229	1425428	1476237	1401916					
7	1869399	1757989	1740644	1635235	1456486	1275499	1432921	1524685	1615113	1752952	1713967	1586678	1521046	1517952	1550643	1556944	1542259	1516889	1570892	1491873					
8	1980476	1862460	1844135	1732481	1542985	1351102	1517772	1615113	1711133	1857197	1815857	1680968	1611306	1608122	1642739	1649447	1633997	1607097	1664201	1580524					
9	2149574	2021498	2001621	1880405	1674618	1466325	1647266	1752952	1857197	2015844	1970942	1824477	1748900	1745513	1783040	1790273	1773584	1744355	1806319	1715555					
10	2101773	1976441	1956977	1838494	1637281	1433658	1610579	1713967	1815857	1970942	1927204	1783905	1709996	1706613	1743313	1750570	1734114	1705542	1766126	1677436					
11	1945599	1829624	1811601	1701927	1515778	1327301	1491043	1586678	1680968	1824477	1783905	1651377	1582968	1579804	1613808	1620403	1605235	1578810	1634908	1552715					
12	1865020	1753871	1736569	1631404	1452992	1272398	1429446	1521046	1611306	1748900	1709996	1582968	1517500	1514442	1547020	1553286	1538703	1513387	1567236	1488444					
13	1826709	1717659	1700764	1597922	1424009	1247219	1400471	1489986	1578026	1712634	1675081	1550436	1486363	1483576	1515530	1522131	1507706	1482854	1535130	1458651					
14	1836222	1727755	1711168	1607374	1432806	1254195	1407675	1497432	1586620	1722011	1683002	1558373	1493433	1491883	1524031	1529456	1516354	1490846	1542821	1465914					
15	1820826	1714309	1698239	1594788	1420747	1243271	1395824	1484143	1573278	1708770	1668197	1544929	1481048	1480915	1512321	1515351	1503992	1478739	1530177	1453896					
16	1780664	1677276	1661245	1560075	1389913	1216136	1365051	1451062	1538001	1670605	1631178	1510230	1448077	1448599	1479264	1482242	1470400	1446291	1496232	1422176					
17	1734959	1634688	1618532	1519958	1355139	1185473	1329820	1413311	1497698	1626761	1588740	1470941	1410334	1411134	1441277	1444086	1432267	1409263	1457198	1385707					
18	1783629	1680371	1663198	1562039	1393533	1219718	1367846	1453179	1539003	1671757	1633263	1512311	1450809	1450985	1481703	1484403	1471998	1448853	1498271	1425064					
19	1678016	1580716	1564322	1468714	1310316	1147907	1288691	1368493	1447569	1573010	1536545	1423050	1366431	1365814	1394467	1396511	1384831	1362702	1410399	1341283					

Gambar 7. Tabel Transformasi linear berwarna Red

Langkah 5 : Gambar RGB yang dinormalisasi mundur ke kisaran [0, 255]

$$R' = 255 \times R''$$

$$G' = 255 \times G''$$

$$B' = 255 \times B''$$

Adapun cara untuk menghitung nilai RGB yang dinormalisasi pada pixel Red bisa dilihat dalam pengerjaan dibawah ini.

$$(0,0) = 255 \times 2292303 = 584537163$$

$$(0,1) = 255 \times 2155712 = 549706644$$

$$(0,2) = 255 \times 2134472 = 544290382$$

$$(0,3) = 255 \times 2005227 = 511332893$$

Step 5	(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	584537163	549706644	544290382	511332893	455404411	398774304	447971454	476995853	505021413	548141489	535952013	496127761	4755800134	474646298	484859246	486839713	482272994	474134170	491183837	466505409	
1	549605987	516886251	511797239	480796192	428208988	374958112	421221181	440208413	474845215	515350821	503901329	466464532	447148801	446296622	455895285	457740025	451441152	445976271	461538914	418627674	
2	544296382	519000086	506864112	476161087	424076962	371321323	417121210	443864124	470254313	510413391	499029174	461958255	442825063	441992394	451490491	453309746	449674639	441680241	457365709	434391405	
3	511332893	480895141	476161087	447325968	398401684	348840258	391856805	416984945	441782746	479503328	468815930	433991348	416008135	415216905	424347399	425860090	421884706	414940517	429669445	408682759	
4	455404411	428301441	424076962	398401684	354887573	310781321	349056902	371403840	393461301	427027507	417506780	386523309	370512984	369793477	377761718	379266549	375720446	369549504	382688839	363424993	
5	398774304	375027570	371321323	348840258	310781321	277154422	305709038	325252179	344530978	373912843	363382673	338461665	324461502	323893348	330789147	332101518	328978385	323579997	335901554	318221411	
6	447971454	421283335	417121210	391856805	349056902	305709038	343445107	363394732	387011754	420052944	410897527	380215972	364508731	363780408	371601747	373081053	369553375	363484008	376442544	357488554	
7	476995853	448287118	443864124	416984945	371403840	325252179	363394732	388794783	411853835	447002649	437081884	404602919	387869632	387077838	395414028	397020730	393127613	386806618	400577583	380427836	
8	505021413	474927336	470254313	441782746	393461301	344530978	387011754	411853835	436338793	473585209	463043659	428646754	410883135	410872122	418856417	420608966	416669312	409809675	424371374	403633659	
9	548141489	515481903	510413391	479503328	427027507	373912843	420052944	447002649	473585209	514040100	502590093	465241757	445969456	443305913	454675210	456519648	452264024	444810479	460611243	437446582	
10	535952013	503990418	499029174	466159361	417506780	365582673	410697527	437081884	463043659	502590093	491438992	454895875	436049062	435186385	444544859	446395320	442199127	434913285	450362235	427746235	
11	496127761	466554183	461958255	433991348	396523309	338461665	380215972	404602919	428646754	465241757	454895875	421101171	403656881	402849908	411521120	413203868	409335028	402596549	416901648	395942313	
12	4755800134	447257060	442825063	41608135	370512984	324461502	364508731	387869632	410883135	445969456	436049062	401656881	386962464	386182782	394490025	396087895	393269162	385913566	399645286	379533304	
13	465810739	438003090	433694719	407470986	363122235	310408833	357119986	379946323	402396586	436721788	427145682	395361206	379022550	378111753	386440239	388143367	384465132	378127849	391458158	371955967	
14	468236638	440577517	436347841	406680244	365363618	319819717	358957112	381845253	404588074	439112793	429165465	387385051	380825376	380430662	388627933	390011346	386670298	380165757	393419329	373808006	
15	464310648	437148690	433030849	406670977	362290534	317034030	355935245	378436448	401185772	435736462	425390203	393937001	377667520	377833338	385641887	386414512	383513044	377078453	390195202	370743519	
16	454085264	427705264	423617422	397819118	354427852	310114630	346078855	370030903	392350212	426004153	413950435	385108600	369296489	369392801	377212274	377971636	374952121	368804244	381539209	362654943	
17	442414616	416845381	412725038	387695414	345560509	302295719	339104160	360394205	381912864	414823952	405128818	375089600	359635084	359839255	367525759	368241997	365228097	359362189	371585600	353355187	
18	454825276	428494555	424115416	398315878	355351010	311028097	348800752	370560608	392445876	426297970	416481293	385639178	369956209	370002124	377834298	378522714	375359808	369457616	382099109	363391322	
19	427891973	403082694	398902048	374522018	334130652	29278213	326616197	348965830	369130665	401117634	391818933	362877664	348440008	348282527	355589159	356110183	351132012	347488946	359651624	342627222	
Max = 584537163	Min = 272154421																				

Gambar 8. Tabel RGB yang dinormalisasi berwarna Red

Langkah 6 : Output akhir gambar RGB dapat dihitung sebagai

$$R1 = \frac{R' - R'_{\min}}{R'_{\max} - R'_{\min}}$$

$$G1 = \frac{G' - G'_{\min}}{G'_{\max} - G'_{\min}}$$

$$B1 = \frac{B' - B'_{\min}}{B'_{\max} - B'_{\min}}$$

Pada langkah terakhir tahap pertama yang dilakukan terlebih dahulu ialah mencari nilai maximum dan nilai minimumnya, setelah nilai maximum dan nilai minimum sudah didapat selanjutnya hasil dari pengurangan nilai R dengan nilai minimum dibagi dengan hasil pengurangan nilai maximum dan minimum. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada pengerjaan di bawah ini.

Nilai max = 584537163

Nilai min = 272154421

$$(0,0) = \frac{584537163 - 272154421}{584537163 - 272154421} = 1$$

Step 6																				
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
11	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 9. Tabel Hasil Akhir

Setelah didapatkan nilai hasil akhir selanjutnya nilai tersebut digabungkan dengan nilai matriks warna Red untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada pengerjaan di bawah ini.

$$(0,0) = 1 + 47 = 48$$

$$(0,1) = 1 + 35 = 36$$

$$(0,2) = 1 + 39 = 40$$

$$(0,3) = 1 + 65 = 66$$

(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	48	36	40	66	66	59	59	55	67	77	78	92	92	91	96	86	79	99	77	67
1	28	51	58	52	43	32	35	46	62	54	73	97	95	88	104	106	81	79	86	71
2	29	57	69	48	40	37	40	45	60	58	58	83	82	96	94	96	88	78	93	77
3	33	51	60	45	44	43	39	41	46	51	57	65	70	82	88	95	76	86	86	85
4	29	35	27	25	37	33	19	37	44	29	39	54	65	81	96	97	81	96	94	90
5	23	16	9	18	27	32	34	49	40	41	41	44	46	70	79	69	76	89	85	85
6	20	15	20	23	20	38	62	62	63	68	60	48	63	76	77	54	75	85	75	87
7	34	35	32	21	28	52	69	50	55	56	54	74	64	68	76	74	76	73	82	89
8	33	39	54	40	51	56	65	54	52	50	60	56	66	85	79	79	86	72	84	70
9	32	40	69	63	51	62	59	68	76	72	74	61	72	79	73	72	83	79	75	79
10	34	27	57	77	66	63	49	62	77	65	65	61	75	75	74	67	74	82	72	83
11	38	34	36	46	54	55	60	55	62	52	61	65	66	62	78	80	76	77	79	72
12	31	39	28	26	42	42	64	70	70	70	68	64	54	47	61	70	71	81	77	79
13	36	48	43	43	44	33	35	57	63	75	64	57	62	61	52	60	72	76	85	78
14	26	40	43	45	45	47	36	47	62	69	70	64	70	68	60	58	79	76	80	91
15	30	33	38	51	57	54	37	38	58	43	54	61	72	76	79	65	65	73	84	105
16	44	39	45	53	68	52	27	43	55	47	57	74	68	66	53	59	63	77	79	96
17	43	35	44	45	55	57	36	41	54	51	59	62	52	55	57	70	79	79	77	96
18	36	43	45	35	34	58	62	64	63	60	65	60	52	56	61	72	83	74	77	89
19	39	38	38	43	43	43	53	62	58	53	55	50	49	53	61	74	75	73	77	80

Gambar 10. Tabel Hasil Penggabungan Warna Red

4. IMPLEMENTASI

Hasil merupakan suatu proses dari penyelesaian suatu masalah yang mana masalah ini adalah untuk perbaikan citra maps. Tampilan pengujian merupakan proses yang bertujuan untuk memastikan apakah semua fungsi sistem bekerja dengan baik dan mencari kesalahan yang mungkin terjadi pada sistem. Pada pengujian perbaikan kualitas citra maps menggunakan metode CLAHE juga dilakukan terhadap citra satelit atau citra permukaan yang diambil dari atas atau ketinggian menggunakan drone, Adapun hasil pengujian dari beberapa citra maps yang telah di perbaiki yaitu :

Tabel 4.1 Pengujian

No	Gambar Input	Gambar Output
1
2
3

4

5

5. KESIMPULAN

1. Teknik Perbaikan kualitas citra digital dengan meningkatkan intensitas citra digital yang unsur pencahayaan kurang dimiliki pada saat pengambilan citra digital, piksel-piksel citra berwarna tersebut yang terdiri dari RGB dapat diolah menggunakan cara peningkatan kontras.
2. Penerapan metode CLAHE berbasis ruang YIQ dengan Rayleigh. Algoritma CLAHE dapat diterapkan sebagai solusi dalam perbaikan kualitas citra untuk memudahkan proses perbaikan kualitas atau peningkatan kontras agar lebih mudah dan cepat.

6. REFERENCES

- [1] R. Munir, "Pengolahan Citra," 2004.
- [2] Purnama & Hariadi Andono, "UNDERWATER IMAGE ENHANCEMENT USING ADAPTIVE FILTERING FOR ENHANCED SIFT-BASED IMAGE MATCHING," 2013.
- [3] Darma Putra, *Pengolahan Citra Digital*, Westriningsih, Ed. Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [4] S.Si.,M.Kom, Edy Mulyanto, Dr. Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati, Wijanarto, M.Kom T.Sutoyo, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Benedicta Rini W, Ed. Semarang:UDINUS, Yogyakarta:ANDI, 2009.
- [5] EP Amburnus, JD Austin, dkk SM Pizer, *Adaptive Histogram Equalization and Variasinya. Visi Komputer, Grafik, dan Pemrosesan Gambar 39.*, (1987) 355-368.
- [6] Eddy Prahasta, *MENGELOLA PETA DIGITAL*. Informatika Bandung, Mei 2013.
- [7] AS Rosa dan M.Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat lunak.*, 2016.