

Clahe Membatasi Sebaran *Region Growing* Pada Segmentasi RGB Citra Digital

Yasir Hasan¹, Sony Bahagia Sinaga^{2*}

¹ Prodi Teknik Informatika, STMIK Budi Darma Medan, Medan, Indonesia

² Prodi Manajemen Informatika, AMIK STIEKOM, Medan, Indonesia

Email: ¹ yasirhasan.kom@gmail.com, ^{2*} sonybahagia@gmail.com

Abstrak

Secara umum segmentasi citra mengubah nilai warna piksel citra dalam jarak nilai warna yang berdekatan dengan nilai piksel tetangganya menjadi seragam dan mempertahankan nilai warna piksel citra dalam jarak nilai yang berjauhan dengan nilai tetangganya. Segmentasi yang dilakukan dengan metode *Region Growing* sangat mampu meratakan sebaran *Gaussian* dan menyamakan nilai warna piksel dengan nilai warna *seed(S)* yang digunakan. Perubahan besar dari segmentasi yang dilakukan dengan metode *Region Growing* juga terletak pada nilai *threshold(t)* yang digunakan, semakin tinggi nilai *threshold* maka semakin besar perubahan yang terjadi pada citra digital dalam mendeteksi tepi, akan tetapi hasil dengan perubahan yang besar tersebut belum tentu memberikan kontribusi yang baik dalam mendapatkan informasi tepi citra secara optimal. Citra digital yang tidak optimal dalam deteksi tepi adalah citra yang memiliki kombinasi nilai warna RGB yang tingkat kontras atau penyebaran intensitas warna tidak merata. Masalah tersebut dapat diatasi menggunakan metode *Contrast Limited Addictive Histogram Equalization* (CLAHE). Dengan demikian akan menciptakan matrik pemetaan bernilai 0 dan 1 dalam ruang warna YIQ untuk peningkatan citra digital.

Kata Kunci: Citra, RGB, CLAHE, *Region Growing*, Segmentasi

1. PENDAHULUAN

Segmentasi citra dalam deteksi tepi mengubah nilai warna piksel citra dalam jarak nilai warna yang berdekatan dengan nilai piksel tetangganya menjadi nilai yang seragam dan mempertahankan nilai warna piksel citra dalam jarak nilai yang berjauhan dengan nilai tetangganya. Segmentasi citra melakukan pembagian domain secara bebas dari suatu gambar ke dalam satu set daerah terpisah yang berbeda secara homogen, visualisasi, dan bermakna keterkaitan dengan beberapa karakteristik. Properti yang dikomputasi seperti tingkat *greyscale*, tekstur atau warna sehingga dapat digunakan dalam analisis gambar [1].

Tujuan segmentasi citra digital adalah mendapatkan wilayah yang menjadi bagian penting dalam pengolahan seperti objek-objek yang tampak dan dipilih. Dalam pengolahan segmentasi yang dilakukan dengan metode *Region Growing* sangat mampu meratakan sebaran *Gaussian* dan menyamakan nilai warna piksel dengan nilai warna *seed(S)* yang digunakan. Perubahan besar dari segmentasi yang dilakukan dengan metode *Region Growing* juga terletak pada nilai *threshold(t)* yang digunakan.

Proses pengambilan citra digital harus memiliki konsep pencahayaan, ruang dan posisi yang ideal untuk mendapatkan kualitas citra yang baik. Kurangnya perhatian dengan konsep tersebut dapat mengakibatkan rendahnya penyebaran intensitas sehingga dalam pengolahan citra untuk tujuan yang lain juga akan menyebabkan hasil yang tidak maksimal. Citra digital yang tidak optimal dalam segmentasi adalah citra yang memiliki kombinasi nilai warna RGB yang tingkat kontras atau penyebaran intensitas warna tidak merata dan rendah. Masalah tersebut dapat diatasi menggunakan metode *Contrast Limited Addictive Histogram Equalization* (CLAHE). Dengan demikian akan menciptakan matrik pemetaan bernilai 0 dan 1 dalam satu kali pengolahan dengan ruang warna YIQ untuk peningkatan citra digital.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Segmentasi

Segmentasi berbasis tepi menunjuk lokasi piksel dalam citra yang sesuai dengan batas-batas objek yang terlihat pada citra. Dengan demikian batas suatu wilayah atau objek maka ditutup dan jumlah objek yang tertarik sama dengan jumlah batas dalam gambar [1]. Segmentasi citra dalam deteksi tepi mengubah nilai warna piksel citra dalam jarak nilai warna yang berdekatan dengan nilai piksel tetangganya menjadi nilai yang seragam dan mempertahankan nilai warna piksel citra dalam jarak nilai yang berjauhan dengan nilai tetangganya [1].

2.2 *Contrast Limited Addictive Histogram Equalization* (CLAHE).

CLAHE pada awalnya diterapkan untuk peningkatan gambar medis kontras rendah. CLAHE memperkenalkan batas pemotongan untuk mengatasi masalah penguatan. CLAHE membatasi amplifikasi dengan memotong histogram pada nilai yang telah ditentukan sebelum menghitung Fungsi Distribusi Kumulatif (CDF) [2]. Berikutnya informasi kecerahan digunakan untuk meningkatkan kontras dengan menggunakan Rayleigh CLAHE, dan mempertahankan informasi warna [3]. Komponen pencahayaan (Y) dalam gambar YIQ ditingkatkan dengan Rayleigh CLAHE untuk mendapatkan komponen pencahayaan yang lebih baik (Y1), dan komponen intensitas (I) dalam gambar HSI ditingkatkan dengan Rayleigh CLAHE untuk mendapatkan komponen intensitas yang ditingkatkan (I1). Kemudian, ruang YIQ yang ditingkatkan dan gambar ruang HSI ditransformasikan mundur ke gambar ruang RGB untuk mencapai gambar YIQ-RGB dan HSI-RGB yang ditingkatkan. Ketika tiga komponen merah, hijau, dan biru tidak koheren dalam gambar YIQ-RGB atau HSI-RGB, ketiga komponen tersebut harus diselaraskan [2]. Ruang warna YIQ didefinisikan melalui transformasi linear dari ruang warna

RGB. Dalam model YIQ, data gambar terdiri dari tiga komponen: Y, I, dan Q. Komponen pertama, Y, mewakili informasi skala abu-abu, sedangkan dua komponen terakhir membentuk krominan (informasi warna)[4].

Algoritma CLAHE dalam ruang warna YIQ dapat mencakup langkah-langkah berikut [2]:

1. Menormalisasikan R, G dan B dalam gambar RGB dengan rentang [0, 1].

$$\begin{cases} R_n(x,y) = \frac{R(x,y)}{255} \\ G_n(x,y) = \frac{G(x,y)}{255} \\ B_n(x,y) = \frac{B(x,y)}{255} \end{cases} \quad (1)$$

2. Mengubah RGB ke YIQ dengan transformasi linear,

$$\begin{bmatrix} Y_n \\ I_n \\ Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_n \\ G_n \\ B_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. Peningkatan komponen pencahayaan (Y_n) pada citra YIQ dengan Rayleigh CLAHE untuk komponen pencahayaan yang lebih baik Y'_n

$$p(y(i)) = \frac{(y(i) - y_{min})}{\alpha^2} \exp\left(-\frac{(y(i) - y_{min})^2}{2\alpha^2}\right) \quad \text{for } y(i) \geq y_{min} \quad (3)$$

4. Lakukan transformasi kembali YIQ ke RGB

$$\begin{bmatrix} R'_n \\ G'_n \\ B'_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.9562 & 0.6214 \\ 1.000 & -0.2727 & -0.6468 \\ 1.000 & -1.1037 & 1.7006 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y'_n \\ I_n \\ Q_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

5. Lakukan normalisasi kembali dengan rentang [0,255].

$$\begin{cases} R' = 255 \times R'_n \\ G' = 255 \times G'_n \\ B' = 255 \times B'_n \end{cases} \quad (5)$$

6. Menghitung hasil akhir RGB dengan

$$\begin{cases} R_1 = \frac{R' - R'_{min}}{R'_{max} - R'_{min}} \\ G_1 = \frac{G' - G'_{min}}{G'_{max} - G'_{min}} \\ B_1 = \frac{B' - B'_{min}}{B'_{max} - B'_{min}} \end{cases} \quad (6)$$

Dimana :

$R'_{min} = \min\{R'\}$, $R'_{max} = \max\{R'\}$, $G'_{min} = \min\{G'\}$, $G'_{max} = \max\{G'\}$, dan $B'_{min} = \min\{B'\}$, $B'_{max} = \max\{B'\}$

Hasil akhir output RGB ditingkatkan dalam ruang warna YIQ dan didefinisikan sebagai gambar YIQ-RGB, dan tiga komponen dari gambar YIQ-RGB didefinisikan sebagai R_1, G_1 dan B .

2.3. Region Growing

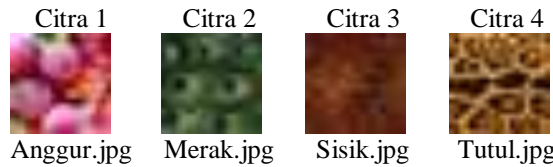
Region Growing adalah metode segmentasi citra digital berbasis wilayah yang sederhana. Metode segmentasi gambar ini berbasis piksel dengan melakukan pemilihan titik *seed* awal. *Region Growing* memeriksa piksel tetangga dari "titik awal" dan menentukan apakah tetangga piksel harus ditambahkan ke wilayah tersebut. Proses ini dilakukan secara berulang dengan cara yang sama dan kelemahan mendasar dari *Region Growing* berbasis histogram adalah bahwa histogram tidak memberikan informasi spasial akan tetapi hanya distribusi tingkat *greyscale* [1].

Fakta penting *Region Growing* yaitu piksel yang berdekatan memiliki nilai *Grey* yang sama. Pendekatan *Region Growing* adalah kebalikan dari pendekatan *split and merge*.

1. Memilih pixel *seed* sembarang dan bandingkan dengan pixel tetangga.
2. *Region Growth* menambahkan dari piksel awal dengan piksel tetangga yang serupa, untuk meningkatkan ukuran region.
3. Ketika pertumbuhan satu *region* berhenti, selanjutnya cukup memilih piksel *seed* lain yang belum termasuk region mana pun dan memproses lagi.
4. Keseluruhan proses ini berlanjut sampai semua piksel menjadi bagian dari suatu wilayah.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Segmentasi *Region Growing* dilakukan setelah proses CLAHE menggunakan YIQ selesai. Secara urutan matrik RGB citra input masing-masing diolah menggunakan CLAHE dan hasilnya diolah untuk segmentasi citra dengan *Region Growing*. Tujuan utama pengujian ini menerapkan CLAHE sebagai proses peningkatan kontras citra untuk membantu mendapatkan hasil yang maksimal dalam segmentasi citra digital. Disini telah disiapkan 4 citra berwarna RGB dengan ukuran yang telah diminimalkan yaitu masing-masing 20x20 piksel. Hasil yang ditampilkan adalah hasil nilai matrik citra yang diuji. Berikut 4 gambar input yang digunakan :



Gambar 1. Citra-citra input yang diuji.

3.1 Penerapan CLAHE

Pertama kali yang harus dilakukan adalah mendapatkan nilai RGB masing-masing citra dalam bentuk matrik R, matrik G, dan Matrik B.

Berikut adalah bentuk matrik dari file citra Anggur.jpg

Matriks Warna Merah (RED) Citra Anggur.jpg																				
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	255	255	255	219	89	48	59	77	145	183	87	66	134	179	195	180	188	160	138	
1	246	242	232	229	194	186	130	89	128	186	180	91	49	109	160	201	201	175	141	151
2	244	210	209	211	174	159	191	187	220	241	229	206	146	117	184	198	205	172	154	151
3	237	211	183	197	192	135	186	234	245	255	237	222	229	161	147	176	183	173	158	146
4	220	193	181	195	189	146	187	217	225	290	226	225	221	181	117	136	167	172	165	139
5	183	180	185	182	170	126	189	214	211	231	231	225	202	168	101	109	136	235	247	164
6	170	173	173	170	130	111	167	184	195	203	208	190	193	189	154	180	182	187	175	182
7	181	174	162	131	99	89	109	172	193	190	175	200	215	186	204	255	255	236	185	176
8	190	142	129	102	70	51	72	131	170	171	192	206	199	182	207	253	255	247	218	188
9	130	149	156	160	138	119	109	95	127	147	141	199	192	203	237	234	245	236	213	168
10	143	166	162	217	205	125	175	195	128	148	136	115	156	211	247	255	248	229	211	129
11	159	140	166	195	212	158	174	199	133	146	126	153	230	166	229	249	237	221	209	105
12	153	131	152	174	199	192	176	214	135	115	108	151	202	143	175	222	211	229	161	171
13	185	154	161	182	185	198	204	203	132	72	82	74	42	63	103	170	232	181	137	209
14	164	165	180	190	191	200	205	162	144	178	192	172	136	128	164	235	250	154	219	251
15	70	137	183	200	211	209	165	170	237	242	248	247	232	193	227	235	233	193	215	255
16	0	54	150	187	193	167	143	232	246	246	247	243	220	217	227	220	234	202	215	246
17	95	105	126	123	141	116	196	250	232	235	236	235	208	199	207	203	180	166	220	236
18	171	168	165	133	142	141	219	234	206	214	217	220	200	203	232	245	200	176	205	198
19	213	189	172	147	179	203	208	182	171	192	208	217	198	207	242	255	231	216	216	215

Gambar 2. Nilai Matrik Red Anggur.jpg

Matriks Warna Merah (RED) Citra Anggur.jpg																				
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	231	210	190	184	191	110	100	108	111	180	226	115	44	54	63	68	89	85	39	7
1	212	199	166	149	134	184	172	129	138	182	185	95	10	15	34	69	87	51	7	12
2	181	157	142	113	74	110	201	201	190	184	185	174	84	10	56	77	76	39	16	9
3	137	137	110	87	59	35	144	206	182	163	153	155	150	57	40	82	70	57	37	21
4	107	97	84	70	41	21	108	160	146	123	111	121	125	89	32	59	75	77	66	36
5	86	70	54	35	28	14	114	155	135	118	93	91	89	75	13	16	36	137	149	67
6	78	48	16	16	12	36	115	134	124	94	65	42	66	78	36	46	51	62	59	73
7	59	30	7	0	12	38	64	114	113	86	50	65	79	48	54	34	102	90	54	55
8	0	1	4	5	1	0	12	49	68	64	86	91	61	23	45	96	107	106	91	75
9	3	44	74	85	67	53	37	1	6	25	33	29	14	40	80	98	107	113	109	79
10	85	118	111	148	125	52	105	43	0	6	9	0	29	66	109	134	128	125	129	61
11	149	124	129	129	132	83	104	101	8	7	0	48	129	78	115	130	137	131	133	37
12	136	106	110	115	126	111	86	112	22	4	13	78	141	75	91	123	131	140	78	85
13	139	101	101	117	108	101	91	95	41	0	20	23	1	22	43	91	158	96	36	97
14	115	99	94	96	88	83	84	64	78	128	137	114	89	92	122	180	163	51	96	117
15	40	72	78	75	80	80	51	87	186	196	183	170	168	151	191	193	127	74	78	112
16	88	65	63	55	67	67	66	170	191	186	166	161	155	168	170	145	69	36	50	82
17	140	106	69	20	17	0	103	189	169	147	117	112	109	125	134	117	45	31	83	100
18	157	161	145	68	21	2	110	159	130	94	53	51	61	100	139	147	100	75	103	97
19	160	178	179	106	61	53	87	103	85	52	19	22	38	86	140	157	147	133	133	133

Gambar 3. Nilai Matrik Green Anggur.jpg

Matriks Warna Merah (RED) Citra Anggur.jpg																				
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	253	255	255	237	190	51	0	0	0	78	146	66	30	65	86	97	107	104	58	25
1	247	244	227	212	168	159	96	43	77	145	155	72	5	33	58	90	113	77	32	33
2	238	201	193	188	147	132	167	165	198	227	220	187	99	36	79	84	106	68	41	33
3	209	186	155	160	148	95	158	220	237	250	228	199	182	90	60	83	90	76	54	37
4	171	143	125	128	117	87	153	203	211	205	188	180	173	128	55	65	80	81	69	39
5	117	99	86	77	76	60	155	199	184	172	145	144	143	120	38	26	36	134	146	61
6	79	56	33	40	38	57	137	161	156	125	95	76	109	120	62	53	59	68	60	70
7	54	29	13	13	28	47	71	129	140	113	68	80	101	73	66	91	126	111	68	64
8	8	10	18	24	20	12	22	63	92	92	106	98	59	17	34	81	143	138	118	95
9	20	74	114	126	101	81	59	19	23	48	59	42	1	7	47	74	140	141	132	97
10	99	160	177	211	176	95	142	66	8	20	36	18	14	21	63	103	137	132	131	62
11	157	163	198	201	191	139	156	138	22	14	14	62	119	40	65	86	113	107	109	14
12	146	135	160	171	182	170	148	162	50	11	17	85	140	54	47	64	82	96	38	50
13	150	117	126	149	150	155	153	147	76	16	33	38	15	16	7	34	113	57	8	75
14	118	103	103	110	115	127	135	105	106	157	177	164	125	96	98	139	146	44	99	128
15	90	70	83	83	96	111	87	115	205	203	251	250	220	161	175	171	139	94	108	149
16	21	25	53	53	68	77	98	221	246	237	222	227	223	224	205	166	112	74	80	106
17	81	62	40	1	7	7	132	226	216	197	175	179	176	178	163	130	85	64	109	120
18	108	109	94	26	0	5	133	192	169	140	113	120	128	147	160	148	136	105	125	113
19	120	124	112	50	33	54	106	132	120	97	77	90	102	129	154	152	181	161	153	147

Gambar 4. Nilai Matrik Blue Anggur.jpg

Langkah 1 :

Melakukan normalisasi setiap nilai pada matrik pada rentang [0,1], berikut hasil normalisasi R



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	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 5. Matrik hasil normalisasi R

Langkah 2:

Transformasi linearkan RGB ke YIQ dengan menggunakan persamaan (2). Berikut hasil normalisasi R.

Step 2		Y																		
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	241	229	212	210	189	97	73	81	88	158	204	101	49	79	100	109	118	118	77	48
1	229	217	199	180	158	182	151	207	128	179	180	91	21	45	74	111	124	91	50	36
2	209	178	168	161	112	127	194	191	209	209	252	198	104	48	97	114	110	87	80	54
3	173	145	137	118	109	72	158	214	207	238	187	180	177	92	74	110	106	94	75	50
4	148	131	118	114	94	84	137	181	177	184	154	159	159	121	80	83	203	208	96	47
5	119	106	97	84	79	93	141	178	183	198	140	137	128	108	42	49	86	188	178	93
6	104	88	83	85	50	61	139	152	149	130	111	80	109	116	74	87	91	103	94	105
7	95	73	54	41	40	54	78	133	140	120	83	107	122	92	109	142	150	158	95	92
8	48	44	41	38	24	17	75	101	89	130	126	202	70	91	141	153	151	132	111	
9	49	79	103	112	92	74	81	81	84	84	88	83	54	85	119	138	132	153	143	108
10	104	117	136	178	133	79	130	73	39	50	50	38	85	204	145	187	153	157	154	81
11	351	133	148	157	183	112	131	133	47	49	59	81	158	106	143	159	184	155	153	53
12	142	117	118	109	144	142	130	144	89	88	43	101	104	93	111	144	148	140	98	100
13	134	119	122	140	138	138	132	131	72	23	60	40	15	34	87	108	176	117	83	128
14	139	119	121	118	122	113	120	98	101	148	138	137	107	102	112	182	187	81	139	158
15	48	91	130	113	123	122	89	115	203	214	230	202	189	185	209	208	180	112	112	188
16	34	87	88	84	109	98	89	104	214	110	197	188	182	188	191	170	133	95	108	134
17	120	102	83	49	53	33	134	208	193	179	159	158	148	133	159	144	90	73	127	143
18	354	137	148	83	53	44	140	183	187	133	109	109	110	138	169	178	184	109	138	129
19	171	175	189	112	99	98	128	183	119	89	82	88	89	127	172	186	178	161	140	188

Gambar 6. Hasil Transformasi linear R ke Y

Langkah 3 :

Peningkatan cahaya dengan hanya dilakukan untuk (Y_n) menjadi (Y'_n) dengan Rayleigh CLAHE menggunakan persamaan (2) sedangkan (G_n) dan (B_n) tidak dilakukan, dari gambar 6 diketahui $\max = 241$, $\min = 15$, dan diberikan $\alpha = 100$,

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	255	255	255	255	255	194	146	162	176	255	255	202	98	158	201	219	237	236	155	96	
1	255	255	255	255	255	255	255	214	255	255	255	182	42	90	149	222	248	182	100	112	
2	255	255	255	255	224	254	255	255	255	255	255	208	90	194	228	236	164	120	108		
3	255	255	255	255	218	143	255	255	255	255	255	255	184	149	220	212	188	150	120		
4	255	255	235	228	188	132	255	255	255	255	255	255	242	120	165	206	212	192	134		
5	237	212	194	167	152	105	255	255	255	255	255	255	216	84	90	132	255	255	191		
6	211	173	130	130	100	122	255	255	255	255	222	180	218	232	148	174	182	200	188	210	
7	190	146	108	81	80	109	157	255	255	240	179	214	244	184	200	255	255	255	190	184	
8	92	88	86	72	48	33	62	150	202	198	240	252	204	140	184	255	255	255	255	232	
9	86	158	206	224	184	152	122	62	88	128	137	127	108	170	246	255	255	255	255	215	
10	208	255	255	255	255	157	255	146	78	100	100	73	131	208	255	255	255	255	255	163	
11	255	255	255	255	255	224	255	255	94	99	79	162	255	212	255	255	255	255	255	109	
12	255	234	255	255	255	255	240	255	118	76	84	201	255	186	222	255	255	255	197	213	
13	255	237	244	255	255	255	255	255	144	47	80	80	30	67	114	216	255	234	126	255	
14	255	238	241	251	244	246	252	196	202	255	255	255	214	206	255	255	255	162	255	255	
15	96	182	220	227	242	244	178	230	255	255	255	255	255	255	255	255	255	224	245	255	
16	108	114	176	188	210	196	185	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	246	180	206	255
17	240	201	165	97	106	71	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	180	150	254	255
18	255	255	255	165	110	88	255	255	255	255	218	219	220	255	255	255	255	217	255	255	255
19	255	255	255	224	186	196	251	255	229	198	164	176	186	254	255	255	255	255	255	255	255

Gambar 7. Peningkatan cahaya dengan (Y_n) menjadi (Y'_n)

Langkah 4 :

Lakukan transformasi kembali YIQ ke RGB dengan cara persamaan (4), berikut Transformasi Y ke R

Step 4		Y																		
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	255	255	255	255	255	194	146	162	176	255	255	202	98	158	201	219	237	236	155	96
1	255	255	255	255	255	255	255	214	255	255	255	182	42	90	149	222	248	182	100	112
2	255	255	255	255	224	254	255	255	255	255	255	208	90	194	228	236	164	120	108	
3	255	255	255	255	218	143	255	255	255	255	255	255	184	149	220	212	188	150	120	
4	255	255	235	228	188	132	255	255	255	255	255	255	242	120	165	206	212	192	134	
5	237	212	194	167	152	105	255	255	255	255	255	255	216	84	90	132	255	255	191	
6	211	173	130	130	100	122	255	255	255	255	222	180	218	232	148	174	182	200	188	210
7	190	146	108	81	80	109	157	255	255	240	179	214	244	184	200	255	255	255	190	184



Langkah 5 :

Lakukan normalisasi kembali dengan rentang $R[0,255]$, $G[0,\pm 152]$, dan $B[0, \pm 134]$, dan hasil normalisasi untuk matrik R seperti di bawah ini.

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	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
1	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
2	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
3	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
4	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
5	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
6	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
7	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
8	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
9	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
10	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
11	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
12	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
13	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
14	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
15	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
16	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
17	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
18	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
19	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255

Gambar 9. Normalisasi R'

Langkah 6:

Dari gambar 9 diketahui nilai $R'_{max} = 255$, dan R'_{min} = kosong, maka $R_1 = (R' - R'_{min}) / (R'_{max} - R'_{min})$, Menggunakan persamaan (5) didapatkan hasil dalam matriks berikut :

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	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 10. Hasil Pembagian R'_{max} dan R'_{min}

$G_1 = (G' - G'_{min}) / (G'_{max} - G'_{min})$: nilai $G'_{max} = 152$, dan $G'_{min} = 0$

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	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	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 11. Hasil Pembagian G'_{max} dan G'_{min}

$B_1 = (B' - B'_{min}) / (B'_{max} - B'_{min})$: nilai $B'_{max} = 255$, dan $B'_{min} = 0$

step	(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	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 12. Hasil Pembagian B'_{max} dan B'_{min}

Menghitung hasil akhir RGB, dimana $R'_{min} = \min\{R'\}$, $R'_{max} = \max\{R'\}$, $G'_{min} = \min\{G'\}$, $G'_{max} = \max\{G'\}$, dan $B'_{min} = \min\{B'\}$, $B'_{max} = \max\{B'\}$

Hasil akhir output RGB ditingkatkan dalam ruang warna YIQ dan didefinisikan sebagai gambar YIQ-RGB, dan tiga komponen dari gambar YIQ-RGB didefinisikan sebagai R_1, G_1 dan B_1 . Penggabungan yaitu melakukan penjumlahan matrik gambar 10 dengan matrik gambar 2, jika hasil melebihi 255 maka dijadikan tetap 255. Berikut hasil penggabungan tersebut.

Matrix Hasil Penggabungan																					
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
0	255	255	255	252	220	90	49	60	78	146	184	88	67	135	180	196	181	189	161	139	
1	247	243	233	230	195	187	131	90	129	187	181	92	50	110	161	202	202	176	142	152	
2	245	211	210	212	175	160	192	188	221	242	230	207	147	118	185	199	206	173	155	152	
3	238	212	184	198	193	136	187	235	246	255	238	223	230	162	148	177	184	174	159	147	
4	221	194	182	196	190	147	188	218	226	231	227	226	222	182	118	137	168	173	166	140	
5	184	181	186	183	171	127	190	215	212	232	232	226	203	169	102	110	137	236	248	165	
6	171	174	174	171	131	112	168	185	196	204	209	191	194	190	155	181	183	188	176	183	
7	182	175	163	132	100	90	110	173	194	191	176	201	216	187	205	255	255	237	186	177	
8	151	143	130	103	71	52	73	132	171	172	193	207	200	183	208	254	255	248	219	189	
9	131	150	157	161	139	120	110	96	128	148	142	140	153	204	238	235	246	237	214	169	
10	144	167	163	218	206	126	176	136	129	149	137	116	157	212	248	255	249	230	212	130	
11	160	141	167	196	213	159	175	194	134	147	127	154	231	187	230	244	238	222	210	106	
12	154	132	153	175	200	193	177	215	136	116	109	152	203	144	176	223	212	224	162	172	
13	186	155	162	183	186	199	205	204	133	73	83	75	43	64	104	171	233	182	138	210	
14	165	166	181	191	192	201	206	163	145	179	193	173	137	129	165	236	251	155	220	252	
15	71	138	184	201	212	210	166	171	238	243	249	248	233	194	228	236	234	194	216	255	
16	1	55	151	188	194	168	144	233	247	249	248	244	221	218	228	221	235	203	216	247	
17	96	106	127	124	142	117	197	251	233	236	237	236	209	200	208	204	181	167	221	237	
18	172	169	166	134	143	142	220	235	207	215	218	221	201	204	233	246	201	177	206	199	
19	214	190	173	148	180	204	209	183	172	193	209	218	199	208	243	255	232	217	217	216	

Gambar 13. Hasil CLAHE R satu kali proses

Setelah didapat hasil CLAHE dengan proses warna RGB ke warna YIQ, hasil tersebut akan segmentasi dengan *Region Growing*.

3.2 Proses *Region Growing*

Dalam pengerjaan *Region Growing* terlebih dahulu ditentukan nilai *seed(s)* dan nilai *threshold(t)*. Disini diberikan nilai $t = 1$, karena hasil proses CLAHE sebelumnya hanya memetakan hasil 0 dan 1 untuk satu kali proses CLAHE dan jika lebih dari satu kali maka nilai *threshold* dapat dinaikan lebih dari satu. Dengan demikian partisi yang akan terbentuk dari penyebaran intensitas warna sangat kecil. Berikut pengerjaan *Region Growing*.

Dengan ketentuan :

jika $s(f(x,y) - f(xn,yn)) < t$, maka ganti nilai $f(xn,yn)$ dengan nilai *seed* dan jika tidak maka $f(xn,yn)$ tetap

Dimana dipilih nilai $s = 174$ dan $t=1$

Berikut diberikan potongan matrik Red yang telah mengalami proses CLAHE

Pengerjaan dari dari gambar 8, diketahui blok 3x3 pada kolom 0 baris 5 hingga kolom 2 baris 7 dan bagian tengah nilai 174 adalah *seed* yang dipilih, maka :

$$g(0,5) = f(1,6) - f(0,5) = 174 - 184 = -10 \rightarrow -10 < 1, \text{ maka } g(0,5) = 174$$

$$g(0,6) = f(1,6) - f(0,6) = 174 - 171 = 3 \rightarrow 3 > 1, \text{ maka } g(0,6) = 171$$

$$g(0,7) = f(2,6) - f(0,7) = 174 - 181 = -8 \rightarrow -8 < 1, \text{ maka } g(0,7) = 174$$

$$g(1,5) = f(1,6) - f(1,5) = 174 - 181 = -7 \rightarrow -7 < 1, \text{ maka } g(1,5) = 174$$

$$g(1,7) = f(1,6) - f(1,7) = 175 - 175 = 0 \rightarrow 0 < 1, \text{ maka } g(1,7) = 174$$

$$g(2,5) = f(1,6) - f(2,5) = 174 - 185 = -12 \rightarrow -12 < 1, \text{ maka } g(2,5) = 174$$

$$f(2,6) = f(1,6) - f(2,6) = 174 - 174 = 0 \rightarrow 0 < 1, \text{ maka } g(2,6) = 174$$

$$f(2,7) = f(1,6) - f(2,7) = 174 - 163 = 11 \rightarrow 11 > 1, \text{ maka } f(2,7) = 163$$

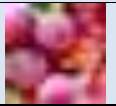
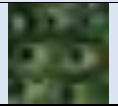
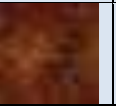


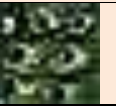


Setelah selesai membandingkan hasil pengurangan s dengan nilai piksel tetangganya di 3×3 terhadap t , nilai piksel tetap jika lebih besar dan berubah menjadi nilai s jika lebih kecil dari t . selanjutnya melakukan perbandingan nilai pengurangan terhadap t dilakukan juga untuk keseluruhan piksel matrik Red Anggur.jpg dan hasil *Region Growing* dapat dilihat pada gambar 10.

Region Growing																				
(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	174	174	174	174	174	90	49	60	78	146	174	88	67	135	174	174	174	174	161	139
1	174	174	174	174	174	174	131	90	129	174	174	92	50	110	161	174	174	174	142	152
2	174	174	174	174	174	160	174	174	174	174	174	174	147	118	174	174	174	173	155	152
3	174	174	174	174	174	136	174	174	174	174	174	174	174	162	148	174	174	174	159	147
4	174	174	174	174	174	147	174	174	174	174	174	174	174	174	118	137	168	173	166	140
5	174	174	174	174	171	127	174	174	174	174	174	174	174	169	102	110	137	174	174	165
6	171	174	174	171	131	112	168	174	174	174	174	174	174	174	155	174	174	174	174	174
7	174	174	163	132	100	90	110	173	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
8	151	143	130	103	71	52	73	132	171	172	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
9	131	150	157	161	139	120	110	96	128	148	142	140	153	174	174	174	174	174	174	169
10	144	167	163	174	174	126	174	136	129	149	137	116	157	174	174	174	174	174	174	130
11	160	141	167	174	174	159	174	174	134	147	127	154	174	174	174	174	174	174	174	106
12	154	132	153	174	174	174	174	174	136	116	109	152	174	144	174	174	174	174	162	172
13	174	155	162	174	174	174	174	174	133	73	83	75	43	64	104	171	174	174	138	174
14	165	166	174	174	174	174	174	163	145	174	174	173	137	129	165	174	174	155	174	174
15	71	138	174	174	174	174	166	171	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
16	1	55	151	174	174	168	144	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
17	96	106	127	124	142	117	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	167	174	174
18	172	169	166	134	143	142	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
19	174	174	173	148	174	174	174	174	172	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174

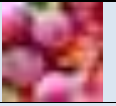
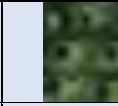


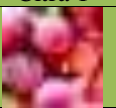
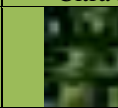

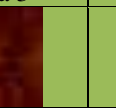
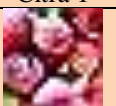
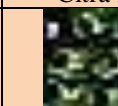


Gambar 15. Hasil *Region Growing* keseluruhan

3.3 Hasil Akhir

Hasil akhir dari setiap citra input dapat dilihat secara visual bahwa citra input yang mengalami peningkatan kontras dengan metode CLAHE lebih maksimal dari pada citra-citra input yang tidak mengalami peningkatan kontras. Hasil segmentasi citra digital menggunakan *Region Growing* dengan peningkatan kontras CLAHE dan *Region Growing* tanpa peningkatan kontras CLAHE dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.

Citra digital input				Citra Segmentasi <i>Region Growing</i>			
Citra 1	Citra 2	Citra 3	Citra 4	Citra 1	Citra 2	Citra 3	Citra 4
							
Anggur.jpg	Merak.jpg	Sisik.jpg	Tutul.jpg	Anggur.jpg	Merak.jpg	Sisik.jpg	Tutul.jpg

Gambar 16. Segmentasi *Region Growing* tanpa peningkatan kontras CLAHE

1. Citra digital Input			
Citra 1	Citra 2	Citra 3	Citra 4
			
Anggur.jpg	Merak.jpg	Sisik.jpg	Tutul.jpg
2. Peningkatan kontras citra input dengan CLAHE			
Citra 1	Citra 2	Citra 3	Citra 4
			
Anggur.jpg	Merak.jpg	Sisik.jpg	Tutul.jpg
3. Segmentasi <i>Region Growing</i> Citra input dengan CLAHE			
Citra 1	Citra 2	Citra 3	Citra 4
			
Anggur.jpg	Merak.jpg	Sisik.jpg	Tutul.jpg

Gambar 17. Segmentasi *Region Growing* menggunakan peningkatan kontras CLAHE

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap 4 citra input dan menggunakan *Region Growing* dan CLAHE, maka dapat ditarik kesimpulan fungsi CLAHE sangat mendukung dalam memaksimalkan hasil segmentasi *Region Growing* dan dalam kepentingan analisa segmentasi citra hasil dapat digunakan untuk pengolahan tingkat lanjut dari pengolahan citra.

REFERENCES

- [1] S. Kamdi & R. K. Krishna, *Image Segmentation and Region Growing Algorithm*, *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE)*, Volume 2, Issue 1, ISSN 2249-6343
- [2] Jinxiang Ma, Xinnan Fan, Simon X. Yang, Xuewu Zhang, & Xifang Zhu; *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Based Fusion for Underwater Image Enhancement*, *Preprints*, 2017 www.preprints.org
- [3] M.S. Hitam, W.J. Yussof, E.A. Awalludin, Z. Bachok; *Mixture Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization For Underwater Image enhancement*. *International conference on computer applications Technology*. 2013
- [4] Jiao, Z.; Xu, B. *An Image Enhancement Approach Using Retinex And YIQ*. *International Conference on Information Technology and Computer Science*. 2009
- [5] Polak, M, Zhang, H. & PI, M. *An evaluation metric for image segmentation of multiple objects*. *Image and Vision Computing*, 2009.
- [6] *Think Maths, PIXEL SPREADSHEET*, Stand-Up Maths Ltd. www.think-maths.co.uk