

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b>	<b>ii</b>
<b>Halaman Pengesahan</b>	<b>iii</b>
<b>Halaman Pernyataan</b>	<b>iv</b>
<b>Halaman Persembahan</b>	<b>v</b>
<b>Halaman Motto</b>	<b>vi</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Perumusan Masalah . . . . .	3
1.3 Batasan Masalah . . . . .	3
1.4 Tujuan Penelitian . . . . .	3
1.5 Manfaat Penelitian . . . . .	4
1.6 Tinjauan Pustaka . . . . .	4
<b>II KROMODINAMIKA KUANTUM DAN TEORI MEDAN TERA</b>	<b>7</b>
2.1 Dari Model Quark hingga QCD . . . . .	7
2.2 Kebebasan Asimtotik . . . . .	13
2.3 Invariansi Tera . . . . .	15
2.4 Invariansi Tera dari Wilson Loop . . . . .	19
<b>III TEORI MEDAN KUANTUM DENGAN INTEGRAL LINTASAN</b>	<b>21</b>
3.1 Integral Lintasan pada Medan Skalar . . . . .	21
3.2 Variabel Boson . . . . .	25
3.3 Variabel Fermion . . . . .	31



3.3.1	Aljabar Grassmann . . . . .	31
3.3.2	Integral Variabel Grassmann . . . . .	32
3.3.3	Diferensial Variabel Grassmann . . . . .	35
3.4	Transformasi Fourier dalam Ruang Kisi . . . . .	38
<b>IV TEORI MEDAN KUANTUM KISI</b>		<b>41</b>
4.1	Teori Medan Skalar . . . . .	41
4.2	Teori Medan Dirac . . . . .	47
4.2.1	Masalah Dobel Fermion . . . . .	47
4.2.2	Teorema Nielsen-Ninomiya . . . . .	53
4.2.3	Fermion Wilson . . . . .	55
4.2.4	Fermion Ter- <i>stagger</i> . . . . .	56
4.3	Teori Medan Tera Abelian : QED . . . . .	61
4.4	Teori Medan Tera Non-Abelian : SU(N) . . . . .	69
4.5	Teori Medan Tera Non-Abelian : SU(3) . . . . .	71
<b>V POTENSIAL KUARK-ANTIQUARK DAN WILSON LOOP</b>		<b>76</b>
5.1	Analogi Mekanika Kuantum . . . . .	77
5.2	Potensial Statis pada QED . . . . .	78
5.3	Potensial Statis pada QCD . . . . .	83
5.3.1	Parameter Sommer dan Jarak Kisi . . . . .	87
5.3.2	Hasil Numerik . . . . .	88
<b>VI PENUTUP</b>		<b>92</b>
6.1	Simpulan . . . . .	92
6.2	Saran . . . . .	93
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>94</b>
<b>A MEKANIKA KUANTUM DENGAN INTEGRAL LINTASAN</b>		<b>98</b>
<b>B GRUP LIE SU(N)</b>		<b>103</b>
2.1	Sifat Dasar . . . . .	103
2.2	Aljabar Lie . . . . .	103
2.3	Turunan Anggota Grup . . . . .	104



<b>C</b>	<b>INTEGRAL GRUP</b>	<b>106</b>
3.1	Ukuran Medan Tera dan Invariansinya . . . . .	106
3.2	Ukuran Integrasi Grup . . . . .	107
3.3	Contoh Integral Grup SU(3) . . . . .	109
<b>D</b>	<b>PEMBUKTIAN RUMUS</b>	<b>112</b>
<b>E</b>	<b>METODE NUMERIK TEORI MEDAN TERA KISI</b>	<b>122</b>
5.1	Metode Monte Carlo . . . . .	122
5.1.1	Metode Sampling . . . . .	122
5.1.2	Rantai Markov . . . . .	124
5.1.3	Algoritma Metropolis . . . . .	126
5.1.4	Algoritma Metropolis untuk Aksi Tera Wilson . . . . .	127
5.2	Metode Monte Carlo untuk SU(3) . . . . .	129
5.2.1	Wakilan dari Variabel Penghubung . . . . .	129
5.2.2	Pembangkitan Konfigurasi Baru dalam Proses <i>Update</i> . . . . .	131
5.2.3	Algoritma <i>Heat Bath</i> . . . . .	132
5.3	Proses Simulasi . . . . .	136
5.3.1	Proses Inisiasi . . . . .	136
5.3.2	Proses <i>Equilibration Update</i> . . . . .	137
5.3.3	Proses Evaluasi Observabel . . . . .	137
5.4	Contoh Listing Program . . . . .	138



## DAFTAR TABEL

2.1	Nilai massa (MeV) dan bilangan kuantum dari ke-6 <i>flavor</i> kuark dengan $B, S, C, \tilde{B}, T, Y, I$ , dan $I_3$ adalah masing - masing bilangan baryon, <i>strangeness</i> , charm, bottom, top, <i>hypercharge</i> , <i>isospin charge</i> , dan <i>isospin charge</i> komponen z. ( $\hbar = c = 1$ ) . . . . .	8
2.2	Nilai bilangan kuantum $Y^c$ dan $I_3^c$ untuk tiap <i>color</i> . . . . .	9
5.1	Potensial statis ketika $\beta = 6.0$ . . . . .	88
5.2	Potensial statis ketika $\beta = 6.1$ . . . . .	88
5.3	Potensial statis ketika $\beta = 6.2$ . . . . .	88
5.4	Potensial statis ketika $\beta = 6.3$ . . . . .	88
5.5	Hasil fitting data dan nilai jarak kisi $a$ . . . . .	91



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Interaksi kuark-kuark (Martin dan Shaw, 2008) . . . . .	14
2.2	Interaksi gluon-gluon (Martin dan Shaw, 2008) . . . . .	15
2.3	Variabel penghubung dari titik $n$ ke titik $n + \hat{\mu}$ . . . . .	17
4.1	Variabel penghubung dari titik $n$ ke titik $n + \hat{\mu}$ . . . . .	65
4.2	Variabel penghubung dari titik $n + \hat{\mu}$ ke titik $n$ . . . . .	65
4.3	<i>Plaquette</i> . . . . .	67
5.1	Ketika kuark-antikuark dipisahkan satu sama lain maka akan terbentuk pasangan kuark-antikuark lain ketika jaraknya cukup besar . . . . .	76
5.2	Integral Wilson Loop dengan panjang komponen ruang $R$ dan komponen waktu $T$ . . . . .	83
5.3	Kurva $aV(an)$ vs $n$ dengan $\beta = 6.0$ . . . . .	89
5.4	Kurva $aV(an)$ vs $n$ dengan $\beta = 6.1$ . . . . .	89
5.5	Kurva $aV(an)$ vs $n$ dengan $\beta = 6.2$ . . . . .	90
5.6	Kurva $aV(an)$ vs $n$ dengan $\beta = 6.3$ . . . . .	90
1.1	Lintasan dari titik $q, t$ ke titik $q', t'$ (Greiner dan Reinhardt, 1996) . . . . .	100
3.1	Integral dari perkalian dua <i>plaquette</i> . . . . .	111
5.1	Perpindahan dari satu konfigurasi ke konfigurasi yang lain dalam rantai Markov . . . . .	124
5.2	<i>Plaquette</i> yang terpengaruh pada perubahan konfigurasi $U_\mu(n)$ ke $U_\mu(n)'$ . . . . .	128