

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH VARIASI RASIO BAHAN BAKAR
TERHADAP EFISIENSI PEMBAKARAN PADA BOILER CFB
KAPASITAS 50 TON / JAM PADA PT. SOCI MAS**

DISUSUN OLEH :

SOLIN HALOMOAN DAULAY

71230911061



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA

MEDAN

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH VARIASI RASIO BAHAN BAKAR TERHADAP
EFISIENSI PEMBAKARAN PADA BOILER CFB KAPASITAS
50 TON / JAM PADA PT. SOCI MAS**

Dsisusun Oleh

Solin Halomoan Daulay

NPM : 71230911061

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Khairul Suhada, S.T., M.T.)

(Ir. Suhardi Napid, M.T.)

Disetujui Oleh

Ketua Prodi Teknik Mesin

FT UISU

(Ahmad Bakhori, S.T., M.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH VARIASI RASIO BAHAN BAKAR TERHADAP
EFISIENSI PEMBAKARAN PADA BOILER CFB KAPASITAS
50 TON / JAM PADA PT. SOCI MAS**

*Diajukan Untuk Memenuhi Dan Melengkapi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Ujian Sarjana Program Studi Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara*

Disusun Oleh

Solin Halomoan Daulay

NPM : 71230911061

Disetujui Oleh :

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

Dosen Pembanding III

(Ir. H. Abdul Haris Nasution, M.T.)

(Ahmad Bakhori, S.T., M.T.)

(M. Rafiq Yanhar, S.T., M.T.)

Disetujui Oleh

Ketua Prodi Teknik Mesin

FT UISU

(Ahmad Bakhori, S.T., M.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Solin Halomoan Daulay

NPM : 71230911063

Prodi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Rasio Bahan Bakar Terhadap Efisiensi Pembakaran Pada Boiler CFB Kapasitas 50 Ton / Jam Pada PT. SociMas

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian skripsi yang saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulis skripsi ini merupakan hasil plagiat terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi akademis terhadap aturan dan tata tertib universitas islam sumatera utara.

Medan, 10 Februari 2025

Solin Halomoan Daulay

NPM : 71230911061

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul skripsi yang saya ajukan adalah **“ANALISA PENGARUH VARIASI RASIO BAHAN BAKAR TERHADAP EFISIENSI PEMBAKARAN PADA BOILER CFB KAPASITAS 50 TON / JAM PADA PT. SOCI MAS”** Skripsi disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara.

Dalam proses pembuatan laporan tugas akhir ini, penulis telah mendapat banyak bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik materi, spiritual, informasi maupun dari segi administrasi, oleh karena itu sudah saatnya penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Ir. Darlina Tanjung, M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
2. Bapak Khairul Suhada, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing I yang sudah membimbing dan memberikan solusi dalam berbagai permasalahan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Suhardi Napid, M.T. selaku dosen pembimbing II yang sudah membimbing dan memberikan solusi dalam berbagai permasalahan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.

4. Seluruh keluarga besar penulis, terutama orang tua penulis, terimakasih buat doa dan dukungannya selalu baik berupa materi dan semangat.
5. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Angkatan 2023. Semoga ilmu yang didapat selama perkuliahan bisa diaplikasikan di dunia kerja.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam Menyusun laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini terdapat kekurangan dan kesilapan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang membaca dan yang membahas hal yang sama.

Medan, 10 Februari 2025

Solin Halomoan Daulay
NPM : 71230911061

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Peneletian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	6

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengertian <i>Boiler</i>	7
2.2 Jenis-Jenis <i>Boiler</i>	10
1. Fire Tube Boiler	10
2. Water Tube Boiler	11
3. Paket Boiler	12
2.3 Prinsip Kerja <i>Boiler</i>	13
2.4 Siklus <i>Rankine</i>	15
2.5 Unsur-Unsur Pembakaran	17
1. Bahan Bakar	19
2. Oksigen.....	19
3. Sumber Panas	20
2.6 Kebutuhan Udara	20
2.7 Pembakaran <i>Boiler</i>	21
1. Neraca panas (Neraca kalor).....	21
2. Nilai Kalor	22
2.8 . Unjuk Kerja Boiler	23
2.8.2 Konsumsi Bahan Bakar.....	24
2.8.3 Konsumsi Udara Pembakaran	24
2.8.4 Analisa Pembakaran Gas Asap	24
2.8.5 Efisiensi Boiler.....	25

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Alat yang Digunakan.....	26
3.3 Data Boiler	29
3.4 Diagram alir penelitian.....	30
3.5 Data Parameter Penelitian	31
3.6 Tahap Proses Penelitian	32
3.7 Metode Pengumpulan Data	32
3.8 Pengambilan data penelitian	33
3.9 Analisa dan Evaluasi	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Komposisi Bahan Bakar Batubara	34
4.2 Konsumsi Bahan Bakar.....	35
4.3 Kebutuhan Udara Pembakaran.....	35
4.4 Analisa Pembakaran Gas Asap	36
4.5 Analisa Data Perhitungan Efisiensi Ketel Uap Oktober 2024 di PT. SOCIMAS	38
4.6 Hubungan Antara Konsumsi Bahan Bakar Dengan Efisiensi Boiler....	47
4.6 Hubungan Tekanan Superheater Dengan Flow Berdasarkan Pengamatan	49
4.7 Hubungan tekanan superheater dengan efisiensi boiler	50

4.8	Hubungan antara Temperatur feed water dengan efisiensi boiler.....	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
DAFTAR LAMPIRAN		59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Berat Unsur Atom	20
Tabel 2. 2 Komposisi Udara.....	20
Tabel 3. 1 Kegiatan Penelitian	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi Boiler Pltu Pt. Soci Mas	29
Tabel 3. 3 Mine Feeding Water Dan Mine Steam	31
Tabel 3. 4 Pemakaian Bahan Bakar Batubara.....	31
Tabel 4. 1 Komposisi Bahan Bakar Batubara	34
Tabel 4. 2 Komposisi udara	37
Tabel 4. 3 Mine feeding water dan mine steam	38
Tabel 4. 4 pemakaian bahan bakar batubara	39
Tabel 4. 5 Mine feeding water dan mine steam	40
Tabel 4. 6 pemakaian bahan bakar batubara	40
Tabel 4. 7 Mine feeding water dan mine steam	41
Tabel 4. 8 pemakaian bahan bakar batubara	42
Tabel 4. 9 Mine feeding water dan mine steam	43
Tabel 4. 10 pemakaian bahan bakar batubara	43
Tabel 4. 11 Mine feeding water dan mine steam	44
Tabel 4. 12 pemakaian bahan bakar batubara	45
Tabel 4. 13 Mine feeding water dan mine steam	46
Tabel 4. 14 pemakaian bahan bakar batubara	46

Tabel 4. 15 Hubungan tekanan superheater dengan flow berdasarkan pengamatan	50
Tabel 4. 16 Hubungan antara Temperatur feed water dengan efisiensi boiler.....	52
Tabel 4. 17 konsumsi bahan bakar dengan efisiensi boiler.....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Boiler	7
Gambar 2. 2 Fire Tube Boiler	10
Gambar 2. 3 Diagram Sederhana Water Tube Boiler	12
Gambar 2. 4 Jenis Paket Boiler 3 Pass, Bahan Bakar	13
Gambar 2. 5 Prinsip Kerja Boiler Circulating Fluidized Bed (CFD).....	14
Gambar 2. 6 Diagram Siklus Rankine	16
Gambar 2. 7 Segi Tiga Pembakaran.....	18
Gambar 3. 1 Ruang Bakar PT. SOCI MAS	27
Gambar 3. 2 Transmitter	27
Gambar 3. 3 Load Cell	28
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 konsumsi bahan bakar dengan efisiensi boiler	48
Gambar 4. 2 Hubungan tekanan superheat dengan Steam Flow.....	49
Gambar 4. 3 Hubungan tekanan superheater dengan efisiensi boiler	51
Gambar 4. 4 Hubungan antara Temperatur feed water dengan efisiensi boiler....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Oktober 2024 di PT. SOCIMAS	59
Lampiran 2. Analisa Bahan Bakar	60

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hidayanto, “Analisa Performa Water Tube Boiler Kapasitas 115 Ton/Jam di PT Pertamina Refinery Unit VI Balongan Indramayu,” *Skripsi. Semarang : UNNES*, p. 70 hlm, 2016.
- [2] S. Fatonah, T. Haryono, and N. N. Indah Sari, “Peran Orientasi Pelanggan Dalam Meningkatkan Kinerja Pemasaran Umkm Rumah Makan Di Kabupaten Sragen,” *EKUITAS (Jurnal Ekon. dan Keuangan)*, vol. 5, no. 1, pp. 78–97, 2021, doi: 10.24034/j25485024.y2021.v5.i1.4750.
- [3] Pravitasaria, “Analisis Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung,” 2017.
- [4] H. Y. Kurniawan, H. Gunawan, and B. Maluegha, “Kajian efisiensi termal dari boiler di pembangkit listrik tenaga uap Amurang unit 1,” *J. POROS Tek. MESIN UNSRAT*, vol. 4, no. 2, pp. 97-103, 2015.
- [5] A. Aziz and A. R. Hasan, “Evaluasi hate rate dan efisiensi suatu PLTU dengan menggunakan batubara yang berbeda dari spesifikasi design,” *J. Energi dan Lingkungan*, vol. 11, no. 1, pp. 1-6, 2015.
- [6] R. Apriandi and A. Mursadin, “Analisis Kinerja Turbin Uap Berdasarkan Performance Test PLTU PT. Indocement P-12 Tarjun,” *Sci. J. Mech. Eng. Kinematika*, vol. 1, no. 1, pp. 37-46, 2016.
- [7] R. P. Rante and L. Resk, “Efisiensi Boiler Pada Boiler Turbin Generator

- (Btg) Unit B Dengan Kapasitas 2x25 MW Di Power Plant PT. Semen Tonasa,”” *Tugas Akhir, Politek. Negeri Ujung Pandang, Makassar*, 2017.
- [8] N. Harahap, “Tugas Akhir Analisa Pembakaran pada Ketel Uap CFB 50 ton/jam Uap PLTU PT SOCI MAS,” 2017.
- [9] Team Power Plant, “Operational Manual High Pressure Boiler,” *Medan PT. SOCIMAS*, 2023.
- [10] Pertamina, “Pedoman Operasi EXOR-1 Balongan Fasilitas Utility Unit 52 , JGC Cooperation Dan Foster Wheeler (Indonesia) Limited. Pertamina UP-VI Balongan.,” 1993.
- [11] Mechanical engineering, “Construction & Maintenance. Types of Boiler,” [http://mechanicalfieldexperience.blogspot.co.id/2016/02/types-of Boil.](http://mechanicalfieldexperience.blogspot.co.id/2016/02/types-of-Boil.), 2016.
- [12] D. Dalimunthe, “Konservasi Energi di Kilang Gas Alam Cair/LNG Melalui Peningkatan Efisiensi Pembakaran pada Boiler.Jurnal Teknologi Proses ISSN 1412-7814.USU Medan,” 2006.
- [13] U. N. E. Programme, “Boiler & Pemanas Fluida Termis. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia.,” 2006.
- [14] El-wakil, “PowerPlant Technology. International Edition. Singapore,” *McGraw-Hill*, 1985.
- [15] Y. dan M. B. Cengel, “Thermodynamic An Engineering Approach. Fifth edition. McGraw-Hill Book. New York,” 1989.
- [16] H. . Hasibuan, C.H dan Farel, “Analisa Pemakaian Bahan Bakar Dengan

Melakukan Pengujian Nilai Kalor Terhadap Performansi Ketel Uap Tipe Pipa Air Dengan Kapasitas Uap 60 Ton/Jam.,” *J. e-Dinamis*, vol. Pipa Air D, 2013.

- [17] M. R. . dan M. Sulaksmo, “Kelengkapan Pemenuhan Syarat Operator Ketel Uap Dengan Upaya Pengoperasian Dan Pemeliharaan Di Pt Pupuk Kaltim (Studi Pada Operator Di Industri Kimia. The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, Vol. 3, No. 2 Jul-Des 2014: 201–211,” 2014.
- [18] C. . Oland, “Guide To Low-Emission Boiler And Combustion Equipment Selection. ORNL/TM-2002/19. USA : Oak Ridge National Laboratory.,” 2002.
- [19] Bruijn dan L. Mulwijk, *Ketel Uap. Jakarta : Bhratara Kara Aksara*. 1982.

Lampiran 3 Tabel Uap

916 | Thermodynamics

TABLE A-4

Saturated water—Temperature table

Temp., T , °C	Sat. press., P_{sat} , kPa	Specific volume, m^3/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$		
		Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841
185	1123.5	0.001134	0.17390	783.91	1802.1	2586.0	785.19	1996.2	2781.4	2.1875	4.3572	6.5447
190	1255.2	0.001141	0.15636	806.00	1783.0	2589.0	807.43	1977.9	2785.3	2.2355	4.2705	6.5059
195	1398.8	0.001149	0.14089	828.18	1763.6	2591.7	829.78	1959.0	2788.8	2.2831	4.1847	6.4678
200	1554.9	0.001157	0.12721	850.46	1743.7	2594.2	852.26	1939.8	2792.0	2.3305	4.0997	6.4302

Appendix 1 | 917

TABLE A-4

Saturated water—Temperature table (Continued)

Temp., T , °C	Sat. press., P_{sat} , kPa	Specific volume, m^3/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$		
		Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
205	1724.3	0.001164	0.11508	872.86	1723.5	2596.4	874.87	1920.0	2794.8	2.3776	4.0154	6.3930
210	1907.7	0.001173	0.10429	895.38	1702.9	2598.3	897.61	1899.7	2797.3	2.4245	3.9318	6.3563
215	2105.9	0.001181	0.094680	918.02	1681.9	2599.9	920.50	1878.8	2799.3	2.4712	3.8489	6.3200
220	2319.6	0.001190	0.086094	940.79	1660.5	2601.3	943.55	1857.4	2801.0	2.5176	3.7664	6.2840
225	2549.7	0.001199	0.078405	963.70	1638.6	2602.3	966.76	1835.4	2802.2	2.5639	3.6844	6.2483
230	2797.1	0.001209	0.071505	986.76	1616.1	2602.9	990.14	1812.8	2802.9	2.6100	3.6028	6.2128
235	3062.6	0.001219	0.065300	1010.0	1593.2	2603.2	1013.7	1789.5	2803.2	2.6560	3.5216	6.1775
240	3347.0	0.001229	0.059707	1033.4	1569.8	2603.1	1037.5	1765.5	2803.0	2.7018	3.4405	6.1424
245	3651.2	0.001240	0.054656	1056.9	1545.7	2602.7	1061.5	1740.8	2802.2	2.7476	3.3596	6.1072
250	3976.2	0.001252	0.050085	1080.7	1521.1	2601.8	1085.7	1715.3	2801.0	2.7933	3.2788	6.0721
255	4322.9	0.001263	0.045941	1104.7	1495.8	2600.5	1110.1	1689.0	2799.1	2.8390	3.1979	6.0369
260	4692.3	0.001276	0.042175	1128.8	1469.9	2598.7	1134.8	1661.8	2796.5	2.8847	3.1169	6.0017
265	5085.3	0.001289	0.038748	1153.3	1443.2	2596.5	1159.8	1633.7	2793.5	2.9304	3.0368	5.9662
270	5503.0	0.001303	0.035622	1177.9	1415.7	2593.7	1185.1	1604.6	2789.7	2.9762	2.9542	5.9305
275	5946.4	0.001317	0.032767	1202.9	1387.4	2590.3	1210.7	1574.5	2785.2	3.0221	2.8723	5.8944
280	6416.6	0.001333	0.030153	1228.2	1358.2	2586.4	1236.7	1543.2	2779.9	3.0681	2.7898	5.8579
285	6914.6	0.001349	0.027756	1253.7	1328.1	2581.8	1263.1	1510.7	2773.7	3.1144	2.7066	5.8210
290	7441.8	0.001366	0.025554	1279.7	1296.9	2576.5	1289.8	1476.9	2766.7	3.1608	2.6225	5.7834
295	7999.0	0.001384	0.023528	1306.0	1264.5	2570.5	1317.1	1441.6	2758.7	3.2076	2.5374	5.7450
300	8587.9	0.001404	0.021659	1332.7	1230.9	2563.6	1344.8	1404.8	2749.6	3.2548	2.4511	5.7059
305	9209.4	0.001425	0.019932	1360.0	1195.9	2555.8	1373.1	1366.3	2739.4	3.3024	2.3633	5.6657
310	9865.0	0.001447	0.018333	1387.7	1159.3	2547.1	1402.0	1325.9	2727.9	3.3506	2.2737	5.6243
315	10556	0.001472	0.016849	1416.1	1121.1	2537.2	1431.6	1283.4	2715.0	3.3994	2.1821	5.5816
320	11284	0.001499	0.015470	1445.1	1080.9	2526.0	1462.0	1238.5	2700.6	3.4491	2.0881	5.5372
325	12051	0.001528	0.014183	1475.0	1038.5	2513.4	1493.4	1191.0	2684.3	3.4998	1.9911	5.4908
330	12858	0.001560	0.012979	1505.7	993.5	2499.2	1525.8	1140.3	2666.0	3.5516	1.8906	5.4422
335	13707	0.001597	0.011848	1537.5	945.5	2483.0	1559.4	1085.0	2645.4	3.6050	1.7857	5.3917
340	14601	0.001638	0.010783	1570.7	893.8	2464.5	1594.6	1027.4	2622.0	3.6602	1.6765	5.3358
345	15541	0.001685	0.009772	1605.5	837.7	2443.2	1631.7	963.4	2595.1	3.7179	1.5585	5.2765
350	16529	0.001741	0.008806	1642.4	775.9	2418.3	1671.2	892.7	2563.9	3.7788	1.4326	5.2114
355	17570	0.001808	0.007872	1682.2	706.4	2388.6	1714.0	812.9	2526.9	3.8442	1.2942	5.1384
360	18666	0.001895	0.006950	1726.2	625.7	2351.9	1761.5	720.1	2481.6	3.9165	1.1373	5.0537
365	19822	0.002015	0.006009	1777.2	526.4	2303.6	1817.2	605.5	2422.7	4.0004	0.9489	4.9493
370	21044	0.002217	0.004953	1844.5	385.6	2230.1	1891.2	443.1	2334.3	4.1119	0.6890	4.8009
373.95	22064	0.003106	0.003106	2015.7	0	2015.7	2084.3	0	2084.3	4.4070	0	4.4070

Source: Tables A-4 through A-