

**PENGUNAAN MODEL MATEMATIKA MASSA NIKOTIN ROKOK UNTUK
MEMBEDAKAN KANDUNGAN NIKOTIN ANTAR MERK ROKOK**

TUGAS AKHIR

**oleh:
WIDIYA DEWI ANJANINGRUM
0210940045-94**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2007LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGUNAAN MODEL MATEMATIKA MASSA NIKOTIN ROKOK UNTUK
MEMBEDAKAN KANDUNGAN NIKOTIN
ANTAR MERK ROKOK**

**Oleh :
WIDIYA DEWI ANJANINGRUM
0210940045-94**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 18 April 2007
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang matematika

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Agus Widodo, M.Kes.
NIP. 131 281 894

Drs. Marsudi, MS.
NIP. 131 759 585

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Agus Suryanto, M.Sc.
NIP. 132 126 049

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : WIDIYA DEWI A.

NIM : 0210940045-94

Jurusan : Matematika

Penulis tugas akhir berjudul :

Penggunaan Model Matematika Massa Nikotin untuk Membedakan Kandungan
Nikotin Antar Merk Rokok

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 18 April 2007
Yang menyatakan,

(Widiya Dewi A.)
NIM. 0210940045-94

**PENGUNAAN MODEL MATEMATIKA MASSA NIKOTIN ROKOK UNTUK
MEMBEDAKAN KANDUNGAN NIKOTIN
ANTAR MERK ROKOK**

ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini disajikan penggunaan model matematika massa nikotin rokok untuk membedakan kandungan nikotin antar merk rokok. Model matematika ini memuat parameter yang ditentukan berdasarkan data primer maupun data sekunder tentang karakteristik rokok. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *Microsoft Office Excell 2003* dan *Maple 8*. Dari simulasi yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai massa nikotin yang dihasilkan dapat berbeda dengan yang tertera pada label bungkus rokok, tergantung pada banyaknya asap rokok yang mengalir ke dalam mesin. Nilai massa nikotin hasil simulasi akan sama dengan nilai massa nikotin yang tertera pada label, jika asap yang mengalir ke dalam mesin adalah 9.8% dari seluruh asap total.

Kata kunci : *model matematika, massa nikotin, rokok, asap rokok*

**THE APPLICATION OF MATHEMATICAL MODEL OF CIGARETTE NICOTINE
MASS TO DISTINGUISH NICOTINE CONTENT OF CIGARETTE INTERBRANDS**

ABSTRACT

In this final project, it will be shown the application of mathematical model of cigarette nicotine mass to distinguish nicotine content of cigarette interbrands. This model contains parameters which are obtained from primary and secondary data about the cigarette characteristics. Data processing is done by using *Microsoft Office Excell 2003* and *Maple 8*. From the simulations, it can be known that nicotine mass values obtained from the model can be different from that are written on cigarette brands, it depend on the value of smoke which is flowing to the machine. In order to get nicotine mass values from the simulations the same as nicotine mass value that are written on cigarette brands, the smoke which is flowing to the

machine is 9.8% of the total smoke.

Key words : *mathematical model, nicotine mass, cigarette, cigarette smoke*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan bimbingan dan berkat dari-Nyalah sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan dalam rangka memenuhi syarat ujian sarjana. Adapun maksud dan tujuan penyelesaian tugas akhir yang berjudul “Penggunaan Model Matematika Massa Nikotin Rokok untuk Membedakan Kandungan Nikotin Antar Merk Rokok” ini adalah untuk menunjukkan hasil perbedaan kandungan nikotin antar merk rokok dengan menggunakan model tersebut dan menentukan banyaknya asap yang dialirkan ke dalam mesin agar nilai massa nikotin yang dihasilkan sama dengan nilai massa nikotin yang tertera pada label bungkus rokok.

Tidak lupa penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Agus Widodo, M.Kes. selaku pembimbing I dan Drs. Marsudi, MS. Selaku pembimbing II,
 2. Dr. Agus Suryanto, M.Sc. selaku penguji dan Ketua Jurusan Matematika,
 3. Dr. Wuryansari M. K., M.Si. dan Drs. M. Aruman Imron, M.Si selaku penguji,
 4. Ibu Kwardiniya A. M.Si. selaku penasehat akademik,
 5. Ibunda, Ayahanda dan Nenek penulis,
- dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis hingga tugas akhir ini terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, jika terdapat kata-kata yang kurang berkenan di hati para pembaca, penulis ucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Malang, 18 April 2007

Widiya Dewi A.

DAFTAR ISI**HALAMAN JUDUL**

.....i

HALAMAN PENGESAHAN

i

LEMBAR PERNYATAAN

..iii

ABSTRAK

.....iv

ABSTRACT

.....v

KATA PENGANTAR

.....vi

DAFTAR ISI

.....vii

DAFTAR TABEL.....ix **DAFTAR GAMBAR**

.....x

DAFTAR LAMPIRAN

.....xii

DAFTAR SIMBOL

.....xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

.....1

1.2. Rumusan Masalah

.....1

1.3. Batasan Masalah

.....2

1.4. Tujuan

.....2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Model Matematika

.....3	.....
2.2. Limit dan Kontinuitas	.....
.....4	.....
2.3. Turunan dan Integral	.....
.....4	.....
2.4. Fungsi Eksponensial	.....
.....5	.....
2.5. Persamaan Differensial Biasa	6
2.6. Rokok dan Resikonya bagi Kesehatan	7
2.7. Pemodelan Matematika Massa Nikotin Rokok	8
2.7.1. Analisis deposisi T dalam rokok	9
2.7.2. Analisis aliran total T dalam rokok	14
2.8. Beberapa Asumsi tentang Variabel-Variabel Model	21

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Sumber Data	.....
.....23	.....
3.2. Rancangan Penelitian	.....
...23	.....
3.3. Analisis Data	.....
.....24	.....

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Satuan	.....
.....27	.....
4.2. Karakteristik Rokok	.....
.....28	.....
4.3. Simulasi Beberapa Variabel Model	31

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	.....
.....45	.....
5.2. Saran	.....
.....45	.....

DAFTAR PUSTAKA47DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data ΔF dan β	.....
.28	.....

Tabel 4.2 Rentang Kepadatan Tembakau dan b

.....29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pemodelan	3
Gambar 2.2	Rokok dan Sistem Koordinat untuk Analisa Awal Pembakaran Rokok	9
Gambar 2.3	Pengambilan Titik x dalam Rokok	10
Gambar 2.4	Pembagian Batang Rokok Menjadi Beberapa Bagian	10
Gambar 2.5	Aliran Asap Rokok pada Titik x pada Waktu T dan pada $x + V\Delta t$ pada Waktu $t + \Delta t$	11
Gambar 2.6	Rokok dan Sistem Koordinat untuk Analisa Pembakaran dari $x = 0$ hingga $x = vt$	15
Gambar 4.1	Variasi Q Terhadap a untuk $0 < a < 1$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	31
Gambar 4.2	Variasi Q Terhadap a untuk $0 < a < 0.3$ jika	

	Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	32
Gambar 4.3	Variasi Q Terhadap a untuk $0 < a < 1$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	32
Gambar 4.4	Variasi Q Terhadap a untuk $0 < a < 0.3$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	33
Gambar 4.5	Variasi Q Terhadap V untuk $0 < V < 10$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	34
Gambar 4.6	Variasi Q Terhadap V untuk $0 < V < 2$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	35
Gambar 4.7	Variasi Q Terhadap V untuk $0 < V < 10$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	35
Gambar 4.8	Variasi Q Terhadap V untuk $0 < V < 2$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	36
Gambar 4.9	Variasi Q Terhadap b untuk $0 < b < 1$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	37
Gambar 4.10	Variasi Q Terhadap b untuk $0.01 < b < 0.04$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	38
Gambar 4.11	Variasi Q Terhadap b untuk $0 < b < 1$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	39
Gambar 4.12	Variasi Q Terhadap b untuk $0.01 < b < 0.04$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	39
Gambar 4.13	Variasi Q Terhadap β untuk $0 < \beta < 1$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	40
Gambar 4.14	Variasi Q Terhadap β untuk $0.07 < \beta < 0.095$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	41
Gambar 4.15	Variasi Q Terhadap β untuk $0 < \beta < 1$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	41
Gambar 4.16	Variasi Q Terhadap β untuk $0.07 < \beta < 0.095$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 cm	42
Gambar 4.17	Variasi Q Terhadap W_0 untuk $0 < W_0 < 4$ jika Tembakau Rokok Non Filter Terbakar Habis	42
Gambar 4.18	Variasi Q Terhadap W_0 untuk $0 < W_0 < 4$ jika Tembakau Rokok Non Filter Disisakan 2 Cm	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Tabel Data dan Karakteristik Rokok	49
Lampiran 2.	Tabel Variasi Nilai b (Koefisien Penyerapan Tembakau) dan β (Koefisien Penyerapan Filter)	53
Lampiran 3.	Tabel Nilai Q dengan Beberapa Variasi Nilai b , β , a dan V	55
Lampiran 4.	Tabel Nilai Q_a (Di mana Rokok Non Filter Seluruh Tembakaunya Terbakar Habis) dan Nilai Q_b (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 2 Cm)	6
Lampiran 5.	Tabel 1. Urutan Nilai Q_b (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 2 Cm) dari yang Terendah hingga yang Tertinggi	63
	Tabel 2. Urutan Nilai Q_c (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 1.5 Cm) dari yang Terendah hingga yang Tertinggi	64
	Tabel 3. Urutan Nilai Q_d (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 1 Cm) dari yang Terendah hingga yang Tertinggi	6

DAFTAR SIMBOL

T	: komponen asap rokok yang bersifat toksin bagi tubuh perokok
a	: bagian asap rokok yang masuk ke dalam batang rokok
$m(x, \varepsilon)$	: massa T dalam tembakau rokok bagian ε , di mana x adalah titik tengah bagian ε
V	: kecepatan asap rokok
v	: kecepatan pembakaran rokok
x	: variabel jarak

t	: variabel waktu
$\rho(x)$	: kepadatan T (massa per satuan panjang)
$q(x)$	: fluks dari massa T (massa per satuan waktu)
L	: komponen T yang terabsorpsi per satuan waktu
b	: koefisien penyerapan tembakau
β	: koefisien penyerapan filter
$\mu(x)$	: faktor pengintegral suatu PDB
H	: T yang terlepas dan termuat di dalam asap (massa persatuan waktu)
W_0	: kepadatan T mula-mula
X_0	: panjang rokok mula-mula
ξ_0	: panjang gulungan tembakau mula-mula
F atau $(X_0 - \xi_0)$	: panjang filter
Q_β	: massa total T rokok filter
Q_b	: massa total T rokok non filter
Q_χ	: massa total T jika tembakau rokok filter terbakar hanya sampai χ di mana $0 \leq \chi \leq \xi_0$
Q	: massa total nikotin
Q_i	: massa total nikotin rokok dengan kode i , di mana $i=1,2,\dots,25$
Q^*	: nilai Q dengan pembulatan satu angka di belakang koma
N	: massa nikotin yang tertera pada label bungkus rokok



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1.

Tabel Data dan Karakteristik Rokok

Kode Rokok	M1	M2	M	K ₁	K ₂	X	F	ξ
1	1.3201	1.3381	1.3291	2.6	2.6	8.9	2	6.9
2	0.9934	0.9587	0.97605	2.3	2.3	9	2	7
3	0.8748	0.9048	0.8898	2.3	2.3	9	2	7
4	0.9615	0.9119	0.9367	2.3	2.3	9	2	7
5	1.2106	1.2624	1.2365	2.6	2.6	9.1	2.2	6.9
6	1.0002	1.0044	1.0023	2.6	2.6	8.6	2.4	6.2
7	1.206	1.2424	1.2242	2.6	2.6	8	1.5	6.5
8	1.261	0.2102	0.7356	2.6	2.6	9	2	7
9	1.4869	1.4168	1.45185	2.8	2.8	8.5	1.9	6.6
10	0.7709	0.7731	0.772	2.6	2.6	8.2	2.1	6.1
11	0.7865	0.8273	0.8069	2.6	2.6	8.3	2.2	6.1
12	0.8021	0.8091	0.8056	2.5	2.5	8.4	2.1	6.3
13	0.9801	0.9986	0.98935	2.3	2.3	8.9	2	6.9
14	0.914	0.958	0.936	2.3	2.3	9	2	7
15	0.8763	0.8769	0.8766	2.6	2.6	8.4	2.4	6
16	0.9611	0.9807	0.9709	2.6	2.6	8.4	2.2	6.2
17	0.9352	0.874	0.9046	2.3	2.3	9	2.5	6.5
18	0.771	0.7717	0.77135	2.6	2.6	8.2	2.2	6
19	0.7452	0.7876	0.7664	2.6	2.6	8.3	2.8	5.5
20	0.8031	0.8089	0.806	2.5	2.5	8.4	2.7	5.7
21	2.0146	1.996	2.0053	2.5	3	8.1	2	6.1
22	2.1702	1.9635	2.06685	2.5	3.1	8.1	2	6.1
23	2.0398	1.9695	2.00465	2.6	3.2	8.1	2	6.1
24	2.1289	1.991	2.05995	2.5	3	8.2	2	6.2
25	2.1612	1.919	2.0401	2.6	3.2	8.1	2	6.1

Keterangan :

- M1 : Massa gulungan tembakau rokok pertama
 M2 : Massa gulungan tembakau rokok kedua
 M : Massa gulungan tembakau rokok rata-rata
 K₁ : Keliling gulungan tembakau bagian pangkal
 K₂ : Keliling gulungan tembakau bagian ujung

12.	0.796178344	0.796178344	0.398089172	0.398089172
13.	0.732484076	0.732484076	0.366242038	0.366242038
14.	0.732484076	0.732484076	0.366242038	0.366242038
15.	0.828025478	0.828025478	0.414012739	0.414012739
16.	0.828025478	0.828025478	0.414012739	0.414012739
17.	0.732484076	0.732484076	0.366242038	0.366242038
18.	0.828025478	0.828025478	0.414012739	0.414012739
19.	0.828025478	0.828025478	0.414012739	0.414012739
20.	0.796178344	0.796178344	0.398089172	0.398089172
21.	0.796178344	0.955414013	0.398089172	0.477707006
22.	0.796178344	0.987261146	0.398089172	0.493630573
23.	0.828025478	1.01910828	0.414012739	0.50955414
24.	0.796178344	0.955414013	0.398089172	0.477707006
25.	0.828025478	1.01910828	0.414012739	0.50955414

Keterangan :

- d_1 : diameter gulungan tembakau rokok bagian pangkal
 d_2 : diameter gulungan tembakau rokok bagian ujung
 r_1 : jari-jari gulungan tembakau rokok bagian pangkal
 r_2 : jari-jari gulungan tembakau rokok bagian ujung

Lanjutan Lampiran 1.

No	Vol	M*	ΔF	N	N*	W_0
1.	3.713694268	358	0.1	1.8	18.81	2.726086957
2.	2.948248408	331	0.1	1.6	16.72	2.388571429
3.	2.948248408	302	0.05	1.4	14.63	2.09
4.	2.948248408	318	0.05	1.6	16.72	2.388571429
5.	3.713694268	333	0.1	1.8	18.81	2.726086957
6.	3.336942675	300	0.1	1.6	16.72	2.696774194
7.	3.498407643	350	0.1	1.8	18.81	2.893846154
8.	3.767515924	195	0.1	2.3	24.035	3.433571429
9.	4.119745223	352	0.05	2	20.9	3.166666667
10.	3.283121019	235	0.025	1.3	13.585	2.22704918
11.	3.283121019	246	0.025	1	10.45	1.713114754
12.	3.134952229	257	0.05	1	10.45	1.658730159
13.	2.906130573	340	0.1	1	10.45	1.514492754
14.	2.948248408	317	0.1	1	10.45	1.492857143
15.	3.229299363	271	0.05	1.1	11.495	1.915833333
16.	3.336942675	291	0.1	1.2	12.54	2.022580645
17.	2.737659236	330	0.1	1	10.45	1.607692308
18.	3.229299363	239	0.1	1	10.45	1.741666667
19.	2.960191083	259	0.1	0.7	7.315	1.33
20.	2.82628525	284	0.1	1	10.45	1.822222222

Keterangan :

Vol	: Volume gulungan tembakau rokok
M^*	: Kepadatan gulungan tembakau rokok
ΔF	: Perubahan panjang filter
N	: Massa nikotin yang tertera pada tabel bungkus rokok
N^*	: Massa nikotin dalam tembakau rokok mula-mula
W_0	: Kepadatan nikotin dalam tembakau rokok mula-mula

Lampiran 2.

Tabel Variasi Nilai b (Koefisien Penyerapan Tembakau) dan β (Koefisien Penyerapan Filter)

No	b_1	b_2	b_3	β_1	β_2	β_3
1.	0.02	0.023	0.033	0.08	0.07	0.08
2.	0.02	0.021	0.031	0.08	0.07	0.08
3.	0.02	0.018	0.028	0.08	0.08	0.09
4.	0.02	0.019	0.029	0.08	0.08	0.09
5.	0.02	0.021	0.031	0.08	0.07	0.08
6.	0.02	0.018	0.028	0.08	0.07	0.08
7.	0.02	0.023	0.033	0.08	0.07	0.08
8.	0.02	0.01	0.02	0.08	0.07	0.08
9.	0.02	0.023	0.033	0.08	0.08	0.09
10.	0.02	0.011	0.021	0.08	0.085	0.095
11.	0.02	0.012	0.022	0.08	0.085	0.095
12.	0.02	0.013	0.023	0.08	0.08	0.09
13.	0.02	0.022	0.032	0.08	0.07	0.08
14.	0.02	0.019	0.029	0.08	0.07	0.08
15.	0.02	0.015	0.025	0.08	0.08	0.09
16.	0.02	0.017	0.027	0.08	0.07	0.08
17.	0.02	0.021	0.031	0.08	0.07	0.08
18.	0.02	0.021	0.031	0.08	0.07	0.08
19.	0.02	0.013	0.023	0.08	0.07	0.08
20.	0.02	0.016	0.026	0.08	0.07	0.08
21.	0.02	0.029	0.039			
22.	0.02	0.028	0.038			
23.	0.02	0.024	0.034			
24.	0.02	0.03	0.04			
25.	0.02	0.025	0.035			

Lanjutan Lampiran 2.

Variasi Nilai a (Banyaknya Bagian Asap Rokok yang Mengalir ke dalam Mesin) dan V (Kecepatan Penghisapan Asap Rokok)

No	a_1	a_2	a_3	V_1	V_2
1.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
2.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
3.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
4.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
5.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
6.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
7.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
8.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
9.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
10.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
11.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
12.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
13.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
14.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
15.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
16.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
17.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
18.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
19.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
20.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
21.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
22.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
23.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
24.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
25.	0.3	0.1	0.9 8	5	10

9.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
10.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
11.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
12.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
13.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
14.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
15.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
16.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
17.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
18.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
19.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
20.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
21.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
22.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
23.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
24.	0.3	0.1	0.9 8	5	10
25.	0.3	0.1	0.9 8	5	10



Lampiran 3.

Tabel Nilai Q dengan Beberapa Variasi Nilai B , β , A dan V

No	N	Q dimana $b=b_1$, $\beta = \beta_1$, $a=a_1$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_1$, $\beta = \beta_1$, $a=a_1$, dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	5.412826369	5.4	5.526693574	5.5
2.	1.6	4.81072986	4.8	4.912273194	4.9
3.	1.4	4.209388626	4.2	4.298239044	4.3
4.	1.6	4.81072986	4.8	4.912273194	4.9
5.	1.8	5.39553301	5.4	5.517857936	5.5
6.	1.6	4.785379639	4.8	4.899317686	4.9
7.	1.8	5.459349483	5.5	5.550396066	5.6
8.	2.3	6.915424173	6.9	7.06139272	7.1
9.	2	6.026404617	6	6.146973916	6.1
10.	1.3	3.907374217	3.9	3.990539677	4
11.	1	3.000867244	3	3.067191171	3.1
12.	1	3.004833439	3	3.061994531	3.1
13.	1	3.00712576	3	3.07038532	3.1
14.	1	3.00670616	3	3.070170746	3.1
15.	1.1	3.290867199	3.3	3.368751823	3.4
16.	1.2	3.600538034	3.6	3.68037215	3.7
17.	1	2.984830543	3	3.058983354	3.1
18.	1	3.001286219	3	3.067405583	3.1
19.	0.7	2.082281387	2.1	2.137649146	2.1
20.	1	2.978619057	3	3.055801223	3.1
21.	2.3	7.129347603	7.1	7.169770593	7.2
22.	2.2	6.819375969	6.8	6.858041437	6.9
23.	2.2	6.819375969	6.8	6.858041437	6.9
24.	2.4	7.43828175	7.4	7.480977007	7.5
25.	2.7	8.369234143	8.4	8.416687221	8.4

Keterangan : Nilai Q^* adalah nilai Q yang dibulatkan dengan satu angka dibelakang koma.

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_1$, $\beta = \beta_1$, $a=a_2$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_1$, $\beta = \beta_1$, $a=a_2$ dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	1.799320798	1.8	1.839695329	1.8
2.	1.6	1.599109597	1.6	1.635137871	1.6
3.	1.4	1.399220898	1.4	1.430745638	1.4
4.	1.6	1.599109597	1.6	1.635137871	1.6
5.	1.8	1.793572174	1.8	1.836754171	1.8
6.	1.6	1.591188579	1.6	1.631085433	1.6
7.	1.8	1.815074227	1.8	1.847732584	1.8
8.	2.3	2.298720046	2.3	2.350510691	2.4
9.	2	2.003523922	2	2.046293167	2
10.	1.3	1.299294267	1.3	1.328560693	1.3
11.	1	0.997859275	1	1.021152516	1
12.	1	0.999098725	1	1.021786174	1
13.	1	0.999622666	1	1.022052961	1

16.	1.2	1.197216402	1.2	1.225272944	1.2
17.	1	0.992368964	1	1.018338719	1
18.	1	0.998038253	1	1.02124426	1
19.	0.7	0.692572938	0.7	0.711767492	0.7
20.	1	0.990618711	1	1.017441626	1
21.	2.3	2.368795118	2.4	2.386063333	2.4
22.	2.2	2.265804024	2.3	2.282321449	2.3
23.	2.2	2.265804024	2.3	2.282321449	2.3
24.	2.4	2.471343507	2.5	2.489581696	2.5
25.	2.7	2.780759484	2.8	2.801030869	2.8

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_1, \beta = \beta_1,$ $a=a_3$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_1, \beta = \beta_1,$ $a=a_3$ dan $V=V_1$	Q^*
1.	1.8	1.763285915	1.8	1.802876601	1.8
2.	1.6	1.567083717	1.6	1.602412736	1.6
3.	1.4	1.371198253	1.4	1.402111144	1.4
4.	1.6	1.567083717	1.6	1.602412736	1.6
5.	1.8	1.757652418	1.8	1.799994306	1.8
6.	1.6	1.559326279	1.6	1.598443946	1.6
7.	1.8	1.778726683	1.8	1.810754435	1.8
8.	2.3	2.252682843	2.3	2.303468308	2.3
9.	2	1.963401805	2	2.005340889	2
10.	1.3	1.273277422	1.3	1.30197363	1.3
11.	1	0.977878314	1	1.000717283	1
12.	1	0.979092168	1	1.001337855	1
13.	1	0.979603286	1	1.001598112	1
14.	1	0.979427323	1	1.00150796	1
15.	1.1	1.072422261	1.1	1.099128111	1.1
16.	1.2	1.173243086	1.2	1.200752627	1.2
17.	1	0.972496402	1	0.997958993	1
18.	1	0.9780541	1	1.000807386	1
19.	0.7	0.678706596	0.7	0.697524487	0.7
20.	1	0.970784278	1	0.997081455	1
21.	2.3	2.32134437	2.3	2.338304275	2.3
22.	2.2	2.220416353	2.2	2.236638871	2.2
23.	2.2	2.220416353	2.2	2.236638871	2.2
24.	2.4	2.42183759	2.4	2.439750149	2.4
25.	2.7	2.725056432	2.7	2.744965887	2.7

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_2, \beta = \beta_2,$ $a=a_1$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_2, \beta = \beta_2,$ $a=a_1$ dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	5.405015986	5.4	5.522697837	5.5
2.	1.6	4.808381071	4.8	4.911071853	4.9
3.	1.4	4.19668268	4.2	4.291750329	4.3
4.	1.6	4.793866301	4.8	4.903657777	4.9
5.	1.8	5.392936191	5.4	5.516527743	5.5
6.	1.6	4.789523723	4.8	4.901441484	4.9
7.	1.8	5.451926823	5.5	5.54661539	5.5
8.	2.3	6.949309491	6.9	7.078693107	7.1
9.	2	5.995260091	6	6.13106248	6.1
10.	1.3	3.897752531	3.9	3.985631814	4
11.	1	2.99130442	3	3.062306123	3.1
12.	1	3.001468439	3	3.067503507	3.1
13.	1	3.004232093	3	3.06890518	3.1
14.	1	3.008175104	3	3.070921817	3.1
15.	1.1	3.281976936	3.3	3.364202734	3.4
16.	1.2	3.605216436	3.6	3.682765641	3.7
17.	1	2.983476984	3	3.058288589	3.1
18.	1	3.00002955	3	3.066762409	3.1
19.	0.7	2.087888786	2.1	2.140528546	2.1
20.	1	2.983365326	3	3.05823783	3.1
21.	2.3	7.093226809	7.1	7.151542469	7.2
22.	2.2	7.093226809	7.1	6.842540199	6.8
23.	2.2	6.80399131	6.8	6.85028494	6.9
24.	2.4	7.395911396	7.4	7.459588619	7.5
25.	2.7	8.345641583	8.3	8.404790314	8.4

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_2, \beta = \beta_2,$ $a=a_2$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_2, \beta = \beta_2,$ $a=a_2$ dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	1.795986676	1.8	1.83798627	1.8
2.	1.6	1.598106814	1.6	1.634623996	1.6
3.	1.4	1.395385269	1.4	1.428785073	1.4
4.	1.6	1.593725557	1.6	1.632383932	1.6
5.	1.8	1.792463436	1.8	1.83618516	1.8
6.	1.6	1.592959059	1.6	1.631994228	1.6
7.	1.8	1.811904899	1.8	1.8461153	1.8
8.	2.3	2.313201786	2.3	2.357914781	2.4
9.	2	1.992386514	2	2.040593793	2
10.	1.3	1.297511534	1.3	1.327653596	1.3

12.	1	0.998855594	1	1.021665	1
13.	1	0.998387294	1	1.021419841	1
14.	1	1.000070766	1	1.022282479	1
15.	1.1	1.092029616	1.1	1.120393317	1.1
16.	1.2	1.199215318	1.2	1.226297158	1.2
17.	1	0.991790918	1	1.018041494	1
18.	1	0.997501445	1	1.020969072	1
19.	0.7	0.694970308	0.7	0.713000015	0.7
20.	1	0.992647281	1	1.018484448	1
21.	2.3	2.353396252	2.4	2.378271902	2.4
22.	2.2	2.252704934	2.3	2.275695244	2.3
23.	2.2	2.259241787	2.3	2.279005126	2.3
24.	2.4	2.453283464	2.5	2.480440207	2.5
25.	2.7	2.453283464	2.5	2.795944563	2.8

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_2, \beta = \beta_2,$ $a=a_3$ dan $V=V_1$	Q*	Q dimana $b=b_2, \beta = \beta_2,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q*
1.	1.8	1.760011344	1.8	1.801198017	1.8
2.	1.6	1.566098835	1.6	1.601908023	1.6
3.	1.4	1.367443229	1.4	1.400191759	1.4
4.	1.6	1.561809672	1.6	1.599715027	1.6
5.	1.8	1.756563483	1.8	1.799435438	1.8
6.	1.6	1.561065146	1.6	1.599336525	1.6
7.	1.8	1.775613948	1.8	1.809166001	1.8
8.	2.3	2.266906093	2.3	2.310740334	2.3
9.	2	1.952479778	2	1.999751633	2
10.	1.3	1.271544273	1.3	1.3010918	1.3
11.	1	0.97571846	1	0.999614753	1
12.	1	0.97886249	1	1.001223514	1
13.	1	0.978389981	1	1.000976284	1
14.	1	0.980043388	1	1.001823536	1
15.	1.1	1.070169815	1.1	1.097975579	1.1
16.	1.2	1.175206317	1.2	1.201758573	1.2
17.	1	0.971928675	1	0.997667074	1
18.	1	0.977526874	1	1.000537106	1
19.	0.7	0.681061185	0.7	0.698735027	0.7
20.	1	0.972776635	1	0.998105677	1
21.	2.3	2.306220744	2.3	2.330651905	2.3
22.	2.2	2.207551377	2.2	2.230130933	2.2
23.	2.2	2.213971369	2.2	2.233381729	2.2
24.	2.4	2.404100386	2.4	2.430771825	2.4
25.	2.7	2.715174039	2.7	2.73997036	2.7

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_1$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_1$ dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	5.379089814	5.4	5.509406597	5.5
2.	1.6	4.784977199	4.8	4.899079931	4.9
3.	1.4	4.176246109	4.2	4.281268124	4.3
4.	1.6	4.770525463	4.8	4.891682033	4.9
5.	1.8	5.367059636	5.4	5.503249189	5.5
6.	1.6	4.768851097	4.8	4.890834554	4.9
7.	1.8	5.427281774	5.4	5.534037931	5.5
8.	2.3	6.915424173	6.9	7.06139272	7.1
9.	2	5.967744757	6	6.116946524	6.1
10.	1.3	3.881182367	3.9	3.977141296	4
11.	1	2.97858955	3	3.055782961	3.1
12.	1	2.988295981	3	3.060756066	3.1
13.	1	2.989819411	3	3.061518779	3.1
14.	1	2.993528611	3	3.063421991	3.1
15.	1.1	3.268259981	3.3	3.357155186	3.4
16.	1.2	3.589653271	3.6	3.674795373	3.7
17.	1	2.969986277	3	3.051352579	3.1
18.	1	2.987501523	3	3.060340671	3.1
19.	0.7	2.07988436	2.1	2.136416734	2.1
20.	1	2.971518533	3	3.052151227	3.1
21.	2.3	7.053379004	7.1	7.131361527	7.1
22.	2.2	6.750508966	6.8	6.823229406	6.8
23.	2.2	6.765732093	6.8	6.830944966	6.8
24.	2.4	7.353863126	7.4	7.438281746	7.4
25.	2.7	8.298722481	8.3	8.381063829	8.4

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_2$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_2$ dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	1.784932401	1.8	1.832304651	1.8
2.	1.6	1.588125016	1.6	1.629497044	1.6
3.	1.4	1.386664167	1.4	1.42430231	1.4
4.	1.6	1.583766938	1.6	1.627262933	1.6
5.	1.8	1.781426264	1.8	1.830507944	1.8
6.	1.6	1.584132916	1.6	1.62745702	1.6

11.	1	0.99021142	1	1.017230727	1
12.	1	0.993227269	1	1.018777595	1
13.	1	0.99224096	1	1.018262087	1
14.	1	0.993821683	1	1.019075447	1
15.	1.1	1.086169667	1.1	1.117377767	1.1
16.	1.2	1.192569559	1.2	1.222887539	1.2
17.	1	0.986035123	1	1.015075594	1
18.	1	0.992154528	1	1.018222605	1
19.	0.7	0.691548871	0.7	0.711240137	0.7
20.	1	0.987586229	1	1.015880064	1
21.	2.3	2.336443091	2.3	2.369654559	2.4
22.	2.2	2.236473158	2.2	2.26744857	2.3
23.	2.2	2.24294702	2.2	2.270742437	2.3
24.	2.4	2.435399618	2.4	2.471343507	2.5
25.	2.7	2.750718522	2.8	2.785808914	2.8

Lanjutan Lampiran 3.

No	N	Q dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_1$	Q^*	Q dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	1.749154637	1.7	1.795617818	1.8
2.	1.6	1.55629541	1.6	1.596872564	1.6
3.	1.4	1.358877928	1.4	1.395788984	1.4
4.	1.6	1.552028969	1.6	1.594685405	1.6
5.	1.8	1.745723538	1.7	1.793859535	1.8
6.	1.6	1.552396634	1.6	1.594880268	1.6
7.	1.8	1.765290619	1.8	1.803884673	1.8
8.	2.3	2.252682843	2.3	2.303468308	2.3
9.	2	1.940955008	1.9	1.993824513	2
10.	1.3	1.264587614	1.3	1.297522519	1.3
11.	1	0.970381254	1	0.99687276	1
12.	1	0.97333464	1	0.998387607	1
13.	1	0.972353485	1	0.997874887	1
14.	1	0.973905948	1	0.998673729	1
15.	1.1	1.064414484	1.1	1.095013824	1.1
16.	1.2	1.168679237	1.2	1.198409783	1.2
17.	1	0.966275715	1	0.994754102	1
18.	1	0.972275469	1	0.997839641	1
19.	0.7	0.677700813	0.7	0.697006535	0.7
20.	1	0.967805947	1	0.995547745	1
21.	2.3	2.289570939	2.3	2.322188458	2.3
22.	2.2	2.191610022	2.2	2.222031517	2.2
23.	2.2	2.197968012	2.2	2.225266559	2.2
24.	2.4	2.386536603	2.4	2.42183759	2.4
25.	2.7	2.695552613	2.7	2.730015665	2.7

Lampiran 4.

Tabel Nilai Q_a (Di mana Rokok Non Filter Seluruh Tembakaunya Terbakar Habis) dan Nilai Q_b (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 2 Cm)

No	N	Q_a dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*	Q_b dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*
1.	1.8	1.795617818	1.8	1.795617818	1.8

2.	1.6	1.596872564	1.6	1.596872564	1.6
3.	1.4	1.395788984	1.4	1.395788984	1.4
4.	1.6	1.594685405	1.6	1.594685405	1.6
5.	1.8	1.793859535	1.8	1.793859535	1.8
6.	1.6	1.594880268	1.6	1.594880268	1.6
7.	1.8	1.803884673	1.8	1.803884673	1.8
8.	2.3	2.303468308	2.3	2.303468308	2.3
9.	2	1.993824513	2	1.993824513	2
10.	1.3	1.297522519	1.3	1.297522519	1.3
11.	1	0.99687276	1	0.99687276	1
12.	1	0.998387607	1	0.998387607	1
13.	1	0.997874887	1	0.997874887	1
14.	1	0.998673729	1	0.998673729	1
15.	1.1	1.095013824	1.1	1.095013824	1.1
16.	1.2	1.198409783	1.2	1.198409783	1.2
17.	1	0.994754102	1	0.994754102	1
18.	1	0.997839641	1	0.997839641	1
19.	0.7	0.697006535	0.7	0.697006535	0.7
20.	1	0.995547745	1	0.995547745	1
21.	2.3	2.322188458	2.3	1.741310353	1.7
22.	2.2	2.222031517	2.2	1.666391122	1.7
23.	2.2	2.225266559	2.2	1.669554945	1.7
24.	2.4	2.42183759	2.4	1.823092257	1.8
25.	2.7	2.730015665	2.7	2.048027762	2

Keterangan : Nilai Q^* adalah nilai Q yang dibulatkan dengan satu angka dibelakang koma.

Lampiran 5.

Tabel 1. Urutan Nilai Q_b (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 2 Cm) dari yang Terendah hingga yang Tertinggi

Urutan	Kode Rokok	Q_a dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*	Q_b dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*
1	19	0.697007	0.7	0.697007	0.7
2	17	0.994754	1	0.994754	1
3	20	0.995548	1	0.995548	1
4	11	0.996873	1	0.996873	1
5	18	0.99784	1	0.99784	1
6	13	0.997875	1	0.997875	1
7	12	0.998388	1	0.998388	1
8	14	0.998674	1	0.998674	1
9	15	1.095014	1.1	1.095014	1.1
10	16	1.19841	1.2	1.19841	1.2
11	10	1.297523	1.3	1.297523	1.3
12	3	1.395789	1.4	1.395789	1.4
13	4	1.594685	1.6	1.594685	1.6
14	6	1.59488	1.6	1.59488	1.6
15	2	1.596873	1.6	1.596873	1.6
16	22	2.222032	2.2	1.666391	1.7
17	23	2.225267	2.2	1.669555	1.7
18	21	2.322188	2.3	1.74131	1.7
19	5	1.79386	1.8	1.79386	1.8
20	1	1.795618	1.8	1.795618	1.8
21	7	1.803885	1.8	1.803885	1.8
22	24	2.421838	2.4	1.823092	1.8
23	9	1.993825	2	1.993825	2
24	25	2.730016	2.7	2.048028	2
25	8	2.303468	2.3	2.303468	2.3

Tabel 2. Urutan Nilai Q_c (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 1.5 Cm) dari yang Terendah hingga yang Tertinggi

Uruta n	Kode Roko k	Q_a dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*	Q_c dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*
1	19	0.697007	0.7	0.697007	0.7
2	17	0.994754	1	0.994754	1
3	20	0.995548	1	0.995548	1
4	11	0.996873	1	0.996873	1
5	18	0.99784	1	0.99784	1
6	13	0.997875	1	0.997875	1
7	12	0.998388	1	0.998388	1
8	14	0.998674	1	0.998674	1
9	15	1.095014	1.1	1.095014	1.1
10	16	1.19841	1.2	1.19841	1.2
11	10	1.297523	1.3	1.297523	1.3
12	3	1.395789	1.4	1.395789	1.4
13	4	1.594685	1.6	1.594685	1.6
14	6	1.59488	1.6	1.59488	1.6
15	2	1.596873	1.6	1.596873	1.6
16	5	1.79386	1.8	1.79386	1.8
17	1	1.795618	1.8	1.795618	1.8
18	7	1.803885	1.8	1.803885	1.8
19	22	2.222032	2.2	1.804868	1.8
20	23	2.225267	2.2	1.808095	1.8
21	21	2.322188	2.3	1.886065	1.9
22	24	2.421838	2.4	1.972287	2
23	9	1.993825	2	1.993825	2
24	25	2.730016	2.7	2.218035	2.2
25	8	2.303468	2.3	2.303468	2.3

Lanjutan Lampiran 5.

Tabel 3. Urutan Nilai Q_d (Di mana Rokok Non Filter Tembakaunya Disisakan Sepanjang 1 Cm) dari yang Terendah hingga yang Tertinggi

Uruta n	Kode Roko k	Q_a dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*	Q_d dimana $b=b_3, \beta = \beta_3,$ $a=a_3$ dan $V=V_2$	Q^*
1	19	0.697007	0.7	0.697007	0.7
2	17	0.994754	1	0.994754	1
3	20	0.995548	1	0.995548	1
4	11	0.996873	1	0.996873	1
5	18	0.99784	1	0.99784	1
6	13	0.997875	1	0.997875	1
7	12	0.998388	1	0.998388	1
8	14	0.998674	1	0.998674	1
9	15	1.095014	1.1	1.095014	1.1
10	16	1.19841	1.2	1.19841	1.2
11	10	1.297523	1.3	1.297523	1.3
12	3	1.395789	1.4	1.395789	1.4

15	2	1.596873	1.6	1.596873	1.6
16	5	1.79386	1.8	1.79386	1.8
17	1	1.795618	1.8	1.795618	1.8
18	7	1.803885	1.8	1.803885	1.8
19	23	2.225267	2.2	1.946893	1.9
20	22	2.222032	2.2	1.943633	1.9
21	9	1.993825	2	1.993825	2
22	21	2.322188	2.3	2.031129	2
23	24	2.421838	2.4	2.121809	2.1
24	8	2.303468	2.3	2.303468	2.3
25	25	2.730016	2.7	2.388368	2.4

