

# Instalasi dan Verifikasi Quality Test Module (QTM) Cerulean untuk Mengurangi *Data error* pada Produk Sigaret Kretek Mesin (SKM) dan Sigaret Putih Mesin (SPM)

## *Installation and Verification of Quality Test Module (QTM) Cerulean to Reduce Data error in Machined Kretek Cigarette (SKM) and Machined White Cigarette (SPM) Products*

Dadang<sup>1</sup>, Juwari<sup>2\*</sup>, Santoso Wijaya<sup>3\*</sup>, Mirza Erwindi<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Kimia, Sekolah Interdisiplin Manajemen Dan Teknologi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>1</sup>dadang15.chem.its@gmail.com, <sup>2</sup>joecheits2011b@gmail.com\*, <sup>3</sup>santosowijaya90@gmail.com\*,  
<sup>4</sup>chabi.winda@gmail.com\*

### **Abstract**

The Quality Test Module (QTM) is an essential instrument for measuring the physical data of cigarette products. Physical data includes various parameters such as ventilation and pressure drop. However, the use of QTM for more than five years has shown a decrease in accuracy and precision. The recorded data error reaches 1.62%, with ventilation variation of 6% and a pressure drop of 48.6 mmWg. This poses a risk to the validity of both physical and chemical data, including Total Aerosol Residue (TAR) and nicotine content. As a mitigation effort, a comprehensive system update was conducted, involving training for QTM operators, unit upgrades, periodic calibration, and routine maintenance over a three-month observation period. The results show a significant improvement by reducing data errors to 0.63%, stabilizing ventilation variation at 4.2%, and maintaining a controlled pressure drop with a variation of 35.6 mmWg. This systematic improvement successfully restored the accuracy and precision of measuring the physical data of cigarette products, contributing positively to the reliability of the generated data. These improvements are expected to enhance the overall quality and reliability of QTM measurements while also assisting in verifying the accuracy of chemical content in cigarettes according to the SNI 01-0765 Year 1999 for White Cigarettes and SNI 0766 Year 2015 for Kretek Cigarettes standards.

**Keywords:** Quality Test Module, Ventilation, Pressure Drop

### **Abstrak**

Quality Test Module (QTM) merupakan instrumen penting dalam mengukur data fisik produk sigaret. Data fisik melibatkan beberapa parameter, seperti ventilasi dan *pressure drop*. Namun, penggunaan QTM selama lebih dari lima tahun menunjukkan penurunan akurasi dan presisi. *Data error* yang tercatat mencapai 1,62%, dengan variasi ventilasi sebesar 6% dan *pressure drop* sebesar 48,6 mmWg. Hal ini membawa risiko terhadap validitas data fisik dan kimia, termasuk Total Aerosol Residue (TAR) dan kandungan nikotin. Sebagai upaya penanggulangan, dilakukan pembaruan sistem yang komprehensif, melibatkan pelatihan bagi operator QTM, pembaharuan unit, kalibrasi berkala, dan pemeliharaan rutin selama periode observasi tiga bulan. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dengan mengurangi *data error* menjadi 0,63%, menstabilkan variasi ventilasi sebesar 4,2%, dan menjaga *pressure drop* yang terkendali dengan variasi sebesar 35,6 mmWg. Peningkatan sistematis ini berhasil mengembalikan tingkat presisi dan akurasi pengukuran data fisik produk sigaret serta memberikan kontribusi positif terhadap keandalan data yang dihasilkan. Perbaikan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan presisi pengukuran QTM secara keseluruhan, sekaligus membantu dalam verifikasi akurasi kandungan kimia pada sigaret sesuai dengan standar SNI 01-0765 Tahun 1999 tentang Sigaret Putih dan SNI 0766 Tahun 2015 tentang Sigaret Kretek.

**Kata kunci:** Quality Test Module, Ventilasi, *Pressure Drop*

## Pendahuluan

Industri manufaktur produk tembakau, khususnya dalam produksi sigaret, Indonesia merupakan negara dengan peringkat pertama dalam konsumsi sigaret terbanyak di wilayah Asia Tenggara pada tahun 2016 [1]. Beberapa variasi sigaret yang beredar antara lain Sigaret Kretek Mesin (SKM) dan Sigaret Putih Mesin (SPM). SPM adalah sigaret tanpa kandungan cengkeh, sedangkan SKM sebaliknya [2,3]. Produksi kedua jenis sigaret tersebut menggunakan mesin, sehingga diperlukan kontrol kualitas terhadap data fisik secara akurat dan presisi. Salah satu aspek kritis dalam memastikan kualitas produk sigaret adalah pengukuran data fisik seperti berat, diameter, ventilasi, dan *pressure drop* [4,5]. Pengukuran yang menjadi titik kritis adalah *pressure drop* dan ventilasi karena deviasi pada kedua parameter data fisik tersebut mengakibatkan deviasi pada data kimia [6,7]. *Pressure drop* dan ventilasi dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan lingkungan serta tekanan udara sebesar 4-6 Bar, sehingga konfigurasi yang kurang tepat meningkatkan nilai deviasinya [8,9]. Industri tembakau mengandalkan instrumen Quality Test Module (QTM) untuk memperoleh data fisik yang memiliki akurasi dan presisi tinggi, fleksibel sesuai dengan kebutuhan, dan durabilitas yang tinggi [4,5]. Pengoperasian QTM dilakukan oleh operator mesin produksi, yang secara berkala melakukan pemeriksaan kualitas fisik data sigaret setiap dua puluh menit.

Meskipun QTM memiliki peran yang signifikan dalam memastikan kualitas produk, QTM memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap suhu dan kelembapan udara [8,9,10]. Oleh karena itu, QTM ditempatkan dalam ruang Quality Control untuk memastikan kondisi suhu dan kelembapan sesuai dengan rekomendasi standar. Tingkat akurasi dan presisi data menjadi perhatian serius karena penggunaan QTM jangka panjang dapat menurunkan tingkat akurasi dan presisi tersebut [11,12,13]. Analisis data terbaru pada Juni 2023 menunjukkan adanya *data error* hingga 1,62%, dengan variasi ventilasi mencapai  $\pm 6\%$  dan *pressure drop* mencapai  $\pm 48,6$  mmWg, melampaui batas standar yang ditetapkan. Kondisi ini memberikan dampak negatif pada validitas data fisik, karena data fisik sigaret akan berdampak pada kandungan kimia sigaret [7, 14]. Variasi yang tinggi pada ventilasi akan membawa perubahan data pada TAR (Total Aerosol Residue) dan nikotin. Sedangkan variasi pada *pressure drop* akan berdampak pada kuat hisapan serta jumlah hisapan. Ketidakstabilan data ini membutuhkan solusi yang komprehensif sehingga pengadaan QTM baru menjadi langkah krusial untuk mengatasi risiko menurunnya tingkat keakuratan dan kepresisian data. Selain itu, aspek lain seperti proses verifikasi dan pemeliharaan berkala perlu diperhatikan agar instrumen dapat menjamin keberjalanan dan kestabilannya [11, 12, 13].

## Metode Penelitian

### Pra-Instalasi dan Verifikasi QTM

Tahap pra-instalasi dimulai dengan pelatihan bagi operator, staf Quality Control (QC), dan Quality Assurance (QA) untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan terkait perbaikan dan pemeliharaan QTM. Pelatihan dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu Basic, Intermediate, dan Expertise. Setelah itu, dilakukan pemantauan performa QTM yang sudah beroperasi selama lebih dari lima tahun. Pembukuan hasil kalibrasi juga dilakukan untuk memastikan bahwa kalibrasi QTM telah dilakukan secara tepat sesuai standar operasional. Implementasi sistem rekap virtual dilakukan untuk memantau kinerja hasil kalibrasi QTM selama periode waktu tertentu.

### Instalasi dan Verifikasi QTM

Tahap instalasi dan verifikasi dilakukan untuk memasang unit QTM baru di lokasi yang telah ditentukan. Pemantauan instalasi dilakukan untuk memastikan bahwa instalasi dan verifikasi QTM dilakukan dengan tepat sesuai *Manual Book* dari Cerulean Coesia Company. QTM yang berusia lebih dari lima tahun dilakukan pemeliharaan dan verifikasi agar variasi yang dihasilkan dapat menurun. Setelah instalasi dan verifikasi, dilakukan konfigurasi QTM agar data yang dihasilkan dapat tercatat dalam database server secara online

secara real-time sebelum diolah oleh QA. Penambahan aksesoris printer eksternal juga dilakukan untuk verifikasi data offline dan data yang berada di database server online.

### Pasca Instalasi dan Verifikasi QTM

Tahap pasca instalasi dan verifikasi dilakukan untuk mengevaluasi performa QTM baru dan QTM yang beroperasi selama lebih dari lima tahun setelah instalasi dan verifikasi. Pengamatan terhadap performa presisi QTM dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan presisi QTM baru. Identifikasi dan analisis faktor-faktor pendukung penyebab menurunnya performa QTM dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya performa QTM yang telah beroperasi selama lima tahun. Pengolahan data dilakukan dengan merekap performa selama tiga bulan observasi dan dilakukan analisa data statistik.

### Hasil dan Pembahasan

#### Pra-Instalasi dan Verifikasi QTM

Tahap pra instalasi dan verifikasi QTM baru diawali dengan menyelenggarakan Basic, Intermediate dan Expertise Training untuk Operator, Staff Quality Control (QC) dan Quality Assurance (QA). Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam hal perbaikan dan pemeliharaan QTM. Setelah itu, dilakukan pemantauan performa QTM lama yang telah beroperasi lebih dari lima tahun. Analisis data QTM menunjukkan bahwa QTM lama masih dapat beroperasi dengan baik, namun tingkat akurasi dan presisinya sudah mulai menurun. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: Usia QTM yang sudah tua, pemeliharaan yang kurang optimal serta perubahan suhu dan kelembapan lingkungan [9,15,16]. Berdasarkan hasil pemantauan tersebut, maka perlu dilakukan penambahan QTM lama dengan QTM baru. Evaluasi yang dilakukan pada bulan Januari – September menunjukkan bahwa *data error* mencapai 1,62% dengan variasi ventilasi 6% dan *pressure drop* hingga 48,6 mmWg. Tabel mengenai performa QTM yang telah beroperasi selama lebih dari lima tahun disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Performa QTM Sebelum *Maintenance* (Periode Januari - September)

ID	Ventilation (%)			Pressure drop (mmWg)			Data error (%)
	MEAN	Std. Dev	Var	MEAN	Std. Dev	Var	
QTM02	55,9	1,8	3,3	210,4	5,4	28,9	0,22
QTM03	56,2	2,7	7,5	210,3	6,6	43,9	1,38
QTM04	55,6	2,8	7,8	208,8	7,5	56,7	4,07
QTM05	56,4	2,5	6,4	210,8	7,3	53,2	1,96
QTM06	56,3	2,5	6,1	210,8	7,5	55,7	1,34
QTM10	Proses Pengadaan dan Instalasi						
QTM11	Proses Pengadaan dan Instalasi						
QTM12	Proses Pengadaan dan Instalasi						
<b>Total</b>	<b>55,2</b>	<b>2,4</b>	<b>6,0</b>	<b>210,4</b>	<b>7,0</b>	<b>48,6</b>	<b>1,62</b>



Gambar 1. Training QTM

Tahap selanjutnya adalah pembukuan hasil kalibrasi. Hal ini dilakukan karena, meskipun kalibrasi dilakukan setiap hari, pembukuan hasil kalibrasi belum dilakukan secara virtual. Implementasi sistem rekap virtual dimulai, dan hasilnya menunjukkan bahwa data kalibrasi lebih akurat dan presisi [13,14]. Implementasi

sistem rekap virtual memiliki beberapa manfaat, antara lain: Meningkatkan akurasi dan presisi data kalibrasi, Memudahkan proses pembukuan hasil kalibrasi. Mempercepat proses pengambilan keputusan terkait kualitas produk [14]. Implementasi sistem rekap virtual ini merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Gambar training QTM disajikan dalam Gambar 1.

### Instalasi dan Verifikasi QTM

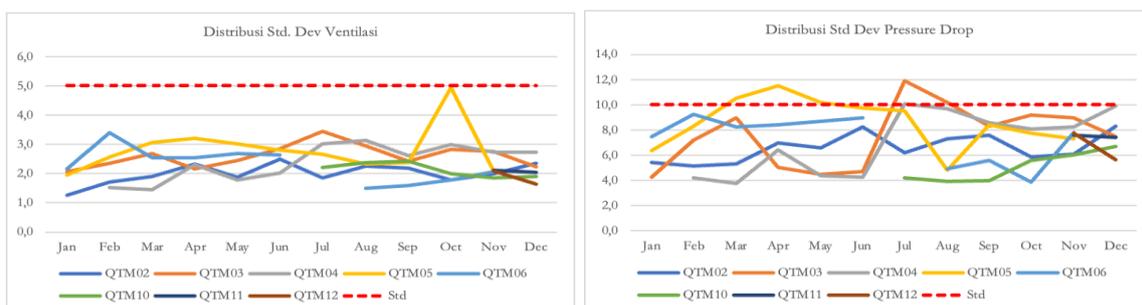
Pemantauan dilakukan untuk memastikan instalasi dan verifikasi dilakukan dengan tepat sesuai standar operasional dan *Manual Book* yang diterbitkan oleh Cerulean Coesia Company. Hal ini penting untuk dilakukan karena memastikan bahwa QTM dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pelatihan dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan operator, staf QC dan QA dalam hal penggunaan dan pemeliharaan QTM. Hal ini penting untuk dilakukan karena memastikan bahwa operator, staf QC dan QA dapat menggunakan QTM dengan benar dan dapat melakukan pemeliharaan QTM secara rutin. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa instalasi dan verifikasi QTM telah dilakukan dengan tepat sesuai standar operasional dan *manual book* yang diterbitkan oleh Cerulean Coesia Company. Pengukuran ventilasi dan *pressure drop* memiliki standar yang menetapkan bahwa tekanan udara yang dibutuhkan adalah sebesar 4-6 Bar [17,18]. Oleh karena itu, pelatihan dilakukan untuk melakukan standarisasi metode. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa operator, staf QC, dan QA telah memahami cara menggunakan dan memelihara QTM dengan benar, khususnya dalam konteks pengukuran ventilasi dan *pressure drop*. Pemantauan dan pelatihan ini menjadi hal yang penting untuk dilakukan guna memastikan bahwa QTM dapat berfungsi secara optimal dan memenuhi kebutuhan perusahaan..



Gambar 2. Instalasi dan Verifikasi QTM10, QTM11 dan QTM 12

### Pasca Instalasi dan Verifikasi QTM

Setelah instalasi, dilakukan pengamatan terhadap performa presisi QTM. Faktor-faktor pendukung penyebab menurunnya performa QTM diidentifikasi dan dianalisis. Perawatan pasca instalasi melibatkan pemantauan dan pemeliharaan rutin untuk menjaga kestabilan dan kinerja QTM. Pemantauan yang dilakukan pada bulan Oktober – Desember menunjukkan bahwa *data error* menurun hingga 0,63% dengan variasi ventilasi 4,2% dan *pressure drop* hingga 35,6 mmWg. Tabel mengenai performa QTM baru dan QTM yang sudah beroperasi selama lima tahun dan dilakukan pemeliharaan serta verifikasi, disajikan pada Tabel 2.



Gambar 3. Distribusi Standard Deviasi Ventilasi dan *Pressure drop* QTM

Pemantauan lain juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan performa terutama pada QTM05 dan QTM03 yang ditandai dengan hasil standar deviasi-nya yang lebih dari 10,0 mmWg pada bulan April dan Juli. Peningkatan performa tersebut terjadi karena adanya pemeliharaan berkala pada rentang bulan Juli – September. Grafik distribusi mengenai standar deviasi ventilasi dan *pressure drop* disajikan dalam Gambar 3. Peningkatan performa QTM ini memiliki beberapa implikasi positif, yaitu: Meningkatkan keandalan data. Peningkatan akurasi dan presisi pengukuran data fisik produk sigaret dapat meningkatkan keandalan data yang dihasilkan. Keandalan data yang tinggi sangat penting untuk memastikan kualitas produk sigaret. Membantu dalam verifikasi kandungan kimia. Data fisik produk sigaret dapat digunakan untuk memverifikasi kandungan kimia pada sigaret. Peningkatan akurasi dan presisi pengukuran data fisik dapat meningkatkan akurasi verifikasi kandungan kimia[13]. Pada standard internasional yang ada, batas maksimum untuk SKM adalah  $\pm 20\%$  sedangkan untuk SPM adalah  $\pm 15\%$  [19,20,21]

**Tabel 2. Performa QTM Sesudah *Maintenance* (Periode October - December)**

ID	Ventilation (%)			<i>Pressure drop</i> (mmWg)			<i>Data error</i> (%)
	MEAN	Std. Dev	Var	MEAN	Std. Dev	Var	
QTM02	56,3	1,8	3,4	211,1	5,2	27,2	0,00
QTM03	56,0	2,3	5,4	210,0	6,5	42,6	0,94
QTM04	56,3	2,3	5,4	209,9	6,6	43,2	2,08
QTM05	56,6	2,3	5,1	210,8	6,5	41,8	0,32
QTM06	56,1	2,2	4,7	210,6	4,9	24,0	0,00
QTM10	56,3	1,8	3,1	209,3	5,6	31,0	0,00
QTM11	56,6	1,9	3,5	209,4	5,9	35,4	0,00
QTM12	55,9	1,7	2,8	207,9	5,0	25,4	0,00
<b>Total</b>	<b>56,3</b>	<b>2,0</b>	<b>4,2</b>	<b>210,2</b>	<b>6,0</b>	<b>35,6</b>	<b>0,63</b>

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa upaya pembaruan sistem yang komprehensif, melibatkan pelatihan bagi operator QTM, pembaharuan unit, kalibrasi berkala, dan pemeliharaan rutin selama periode observasi tiga bulan, berhasil mengembalikan tingkat presisi dan akurasi pengukuran data fisik produk sigaret. Peningkatan sistematis ini berhasil mengurangi *data error* menjadi 0,63%, menstabilkan variasi ventilasi sebesar 4,2%, dan menjaga *pressure drop* yang terkendali dengan variasi sebesar 35,6 mmWg. Peningkatan ini memberikan kontribusi positif terhadap keandalan data yang dihasilkan. Peningkatan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan presisi pengukuran QTM secara menyeluruh, sekaligus membantu dalam verifikasi akurasi kandungan kimia pada sigaret sesuai dengan standard SNI 01-0765 Tahun 1999 tentang Sigaret Putih, SNI 0766 Tahun 2015 tentang Sigaret Kretek serta ISO 8243 Tahun 2013 tentang Cigarette Sampling.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Instrument Management System, seluruh rakyat Indonesia dan Departemen Teknik Kimia, Sekolah Interdisiplin Manajemen dan Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kimia, Surabaya yang telah memberikan fasilitas penelitian, sehingga kerja praktik keinsinyuran ini dapat terlaksana.

### Daftar Rujukan

- [1] Lian, T. & Dorotheo, U. (2018). The Tobacco Control Atlas: ASEAN Region 4th Edition. Bangkok. *Suetawan Co., Ltd.*
- [2] Wei, Jiaxin. Et. al., (2023). Analysis of Parametric Instability of Cigarettes Based on Computational Fluid Dynamics Methods. Zhengzhou. *Heliyon*. 9 DOI : <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19449>
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (1999). SNI 01-0765 Tahun 1999 tentang Sigaret Putih. *BSN*

- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 0766 Tahun 2015 tentang Kretek. *BSN*
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI ISO/IEC 17025:2008 - Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. *BSN*
- [6] Quality Test Module (QTM). (2023). *Cerulean.com*
- [7] Quality Test Module (QTM). (2023). *Coesia.com*
- [8] Soori, Mohsen. Et. al. (2023). Internet of Things for Smart Factories in Industry 4.0, A Review. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*. Kyrenia. 3. 192 — 204 DOI : <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.006>
- [9] Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI ISO/IEC 17025:2008 - Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. *BSN*
- [10] Caraway, John W. Et. al. (2017). Influence of Cigarette Filter Ventilation on Smokers' Mouth Level Exposure to Tar And Nicotine. North California. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 91. 235 — 239 DOI : <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2017.10.028>
- [11] Kazemi, Abolfazl. Et. al. (2010). Developing a Method for Increasing Accuracy and Precision in Measurement System Analysis: A Fuzzy Approach. Qazvin. *Journal of Industrial Engineering*. 6. 25 — 32 DOI: <https://www.researchgate.net/publication/230556388>
- [12] Adam, Thomas. Et. al. (2010). Influence of Filter Ventilation on The Chemical Composition of Cigarette Mainstream Smoke. Rostock. *Analytica Chimica Acta*. 657. 36 — 44 DOI : 10.1016/j.aca.2009.10.015
- [13] Eren, Halit. (2005). Hand Book of Measuring System Design. Perth. *John Wiley & Sons, Ltd*. 8. 3. 45 DOI : 10.1002/0471497398.mm999
- [14] Thomas, Douglas. Weiss, Brian. (2021). Maintenance Cost and Advanced Maintenance Techniques in Manufacturing Machinery : Survey Analysis. Gaithersburg. *Int J Progn Health Manag*. 12. 1 DOI : 10.36001/ijphm.2021.v12i1.2883
- [15] Wang, Tao. Et. al. (2020). Flammability Limit Behavior of Methane With The Addition of Gaseous Fuel at Various Relative Humidities. Shaanxi. *Process Safety and Environmental Protection*. 140. 178 — 189 DOI : <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.05.005>
- [16] Qi, Sheng. Et. al. (2017). Effects of Concentration, Temperature, Humidity, and Nitrogen Inert Dilution on The Gasoline Vapor Explosion .Chingqing. *Journal of Hazardous Materials*. 323. 593 — 601
- [17] ISO. (2015). ISO 6565 Tahun 2015 tentang Tobacco and Tobacco Products — Draw Resistance of Cigarettes and Pressure Drop of Filter Rods — Standard Conditions and Measurement
- [18] Coresta. (2007). Coresta Recommended Method No. 41 — Determination of The Draw Resistance of Cigarettes and Filter Rod. Coresta
- [19] ISO. (2013). ISO 8243 Tahun 2013 tentang Cigarette Sampling.
- [20] ISO. (2019). ISO 4387 Tahun 2019 tentang Cigarettes — Determination of Total and Nicotine-Free Dry Particulate Matter Using A Routine Analytical Smoking Machine.
- [21] ISO. (2013). ISO 10315 Tahun 2013 tentang Cigarettes — Determination of Nicotine in Smoke Condensates — Gas-Chromatographic Method.