

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89

ISSN: 2087-0922

Vol. 1 No. 1 Juni 2010

$$N_t = \frac{K}{1 + \frac{K - N_0}{N_0} e^{-rt}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

PROSIDING

Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains

Bidang:

- Fisika Kimia Matematika
 Pendidikan Fisika Pendidikan Matematika

Editor:

- Dr. Adi Setiawan, M.Sc.
 Dr. Hanna A. Parhusip, M.Sc.
 Didit Budi Nugroho, M.Si.
 Lilik Linawati, M.Kom.
 Tundjung Mahatma, M.Kom.
 Yohanes Martono, M.Sc.
 Adita Sutresno, M.Sc.
 Dra. Marmi Sudarmi, M.Si.

$e = 2,71828182845905...$



FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

Universitas Kristen Satya Wacana

Jln. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711 Jawa Tengah

Telp.: (0298) 7100396, Fax.: (0298) 321433

E-mail: sbas@staff.uksw.edu

DAFTAR ISI

Editor	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii

BIDANG KIMIA

1. PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMBAGA DENGAN MEMANFAATKAN ADSORBEN ZEOLIT ALAM YANG TERIMPREGNASI Daniel Indrayana Satyaputra	1
2. PEMURNIAN ENZIM ENDOXYLANASE DENGAN TEKNIK KROMATOGRAFI Karina B. Lewerissa	10
3. KAJIAN KUALITAS AIR MINUM ISI ULANG (AMIU) YANG ADA DI DAERAH SALATIGA DAN SEKITARNYA Maria Asumpta Agustiani Violita, Susanti P. Hastuti, Lusiawati Dewi	20
4. KARAKTERISTIK LIKOPEN SEBAGAI ANTIOKSIDAN Mega Novita, Jubhar Mangimbulude, Ferdy S. Rondonuwu	30
5. FORTIFIKASI MIE DENGAN TEPUNG WORTEL Lydia Ninan Lestario, Niken Indrati, Lusiawati Dewi	40
6. EFISIENSI EKSTRAKSI BAKTERIOKLOROFIL DAN KAROTENOID DARI <i>Rhodopseudomonas palustris</i> DENGAN BERBAGAI RASIO PELARUT ASETON DAN METANOL Renny Indrawati, Wahyu Wijaya, Monika Nur Utami Prihastyanti, Heriyanto, Budhi Prasetyo, Leenawaty Limantara	51
7. PENENTUAN KONSENTRASI SARI WORTEL (<i>Daucus carota</i> Linn) UNTUK DITERAPKAN KE DALAM ADONAN ROTI TAWAR BERDASARKAN EVALUASI SENSORIS Silvia Andini, Lusiawati Dewi	57
8. UJI AKTIVITAS MOLUSCISIDA BERBAGAI FRAKSI EKSTRAK BIJI GULMA TINTA (<i>Phytolacca octandra</i> L.) Terhadap Keong Mas (<i>Pomacea canaliculata</i> LAMARCK) Agustinus Ignatius Kristijanto, Alfonds Andrew Maramis	62
9. EKSPLORASI KUALITAS BEBERAPA PRODUK PASTA GIGI DITINJAU DARI KADAR FLUORIDA (F) Devinta Lestari, Susanti Pudji Hastuti, Yohanes Martono	67
10. PROSES AGREGASI DAN FOTO-STABILITAS FUKOSANTIN DALAM CAMPURAN PELARUT ASETON DAN AIR Heriyanto dan Leenawaty Limantara	74
11. AKTIFITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK FLAVONOID BIJI MAHONI (<i>Sweitenia mahagoni</i> Jacq.) Hartati Soetjipto, A.Ign Kristijanto, Ferry Endra Tri Nugroho	83
12. POTENSI EKSTRAK <i>Stevia rebaudiana</i> (Bert.) SEBAGAI PENURUN KADAR GULA DALAM DARAH Messach Iman A. P., Devinta Lestari, Fitriana Indah Lestari, Yohanes Martono	94
13. PEMANFAATAN LIMBAH TEH DALAM PRAFORMULASI TABIR SURYA Nurul Maidawati, Christin A. Ratueda, Maria Gunawan, Tommy Hariadi S., Yohanes Martono	99
14. PENGARUH PEMANASAN TERHADAP STABILITAS BAKTERIOKLOROFIL <i>a</i> DALAM EKSTRAK KASAR PIGMEN <i>Rps. Palustris</i> Wahyu Wijaya, Heriyanto, Monika Nur Utami, Renny Indrawati, Budhi Prasetyo, Leenawaty Limantara	106
15. PENETAPAN KADAR ASAM GALAT, KAFEIN DAN EPIGALOKATEKIN GALAT PADA BERBAGAI PRODUK TEH CELUP Yohanes Martono	114

16. IDENTIFIKASI DAN PENETAPAN KADAR EPIGALOKATEKIN GALAT DARI FRAKSI ASAM FENOLIK LIMBAH TEH Yohanes Martono	126
--	-----

BIDANG FISIKA

17. ROKET AIR: PENGARUH TEMPERATUR AIR PADA KETINGGIAN ROKET A. Prasetyadi	133
18. DARK FILAMENT-RELATED CORONAL MASS EJECTION AT HIGH SOLAR LATITUDE Bachtiar Anwar	139
19. ANOMALY OF SOLAR CYCLE BASED ON THE INTEGRATED X-RAY FLUX Bachtiar Anwar	147
20. RESEARCH ON SOLAR CHROMOSPHERIC HYPERSONIC JETS AT LAPAN WATUKOSEK: WARNING TO INCOMING DISTURBANCE Bambang Setiahadhi	153
21. RESEARCH ON SOLAR CORONAL TRANSIENT IN LAPAN 2010 Bambang Setiahadhi	158
22. IDENTIFIKASI MINYAK GORENG TERKONTAMINASI POLYTHYLENE TEREPHTHALATE (PET) MENGGUNAKAN NIR SPEKTROSKOPI DAN ANALISIS KOMPONEN UTAMA Ester Fatmawati, Stefanus Lendu, Ferdy S. Rondonuwu	165
23. ANALISA PENCOCOKKAN KURVA UNTUK PENGURAIAN KROMATOGRAM PADA EKSTRAK KASAR PIGMEN DARI RUMPUT LAUT COKLAT Monika Nur Utami Prihastyanti, Suryasatriya Trihandaru, Leenawaty Limantara	170
24. FOTOSTABILITAS EKSTRAK KASAR PIGMEN <i>RHODOPSEUDOMONAS PALUSTRIS</i> Monika Nur Utami Prihastyanti, Wahyu Wijaya, Heriyanto, Renny Indrawati, Budhi Prasetyo, Leenawaty Limantara	176
25. ANALISA PERKEMBANGAN EMBRIO AYAM DALAM TELUR MENGGUNAKAN NEAR INFRARED SPEKTROMETER Yani Sanwaty, Selfrimus, Susilo Kurniawan, Ferdy S. Rondonuwu	184
26. PEMANFAATAN SOLVER PADA OPTIMISASI DISTRIBUSI ALIRAN TIGA TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK Andreas Setiawan	189
27. PENGUKURAN DENYUT NADI MENGGUNAKAN MOUSE OPTIK Basten Sanjaya, Deomedes, Supri, Hardianus Wilson, Joko N. Arippin, Wahyu H. Kristiyanto, Suryasatria Trihandaru	196
28. PENGUKURAN RADIOAKTIVITAS DAN IDENTIFIKASI RADIONUKLIDA DI LINGKUNGAN Bela Widiyanto, Suryasatriya Trihandaru, Adita Sutresno	203
29. PENENTUAN FREKUENSI NADA SENAR GITAR DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK AUDACITY 1.3.7 Beta Darsiman, Rini Ariyanti, Saryati, Eko Setyadi K.	211
30. PENGARUH <i>SINTERING</i> TERHADAP MIKROSTRUKTUR BARIUM STRONTIUM TITANATE Dwi Nugraheni Rositawati, Djoko Triyono.....	219
31. PENGEMBANGAN ALAT PERAGA KISI DEFRAKSI DAN PENGUKURAN KONSTANTA KISI Mosik.....	230
32. ANALISIS TANGGA NADA GITAR LISTRIK DENGAN ALGORITMA <i>FAST FOURIER TRANSFORM</i> (FFT) Raden Oktova, Khairil Anwar.....	243
33. PENGUKURAN LUMINOSITAS MATAHARI DENGAN LED Tafip Hariyanto ¹ , Suryasatriya Trihandaru	253

34. PENGUKURAN VISKOSITAS GULA RELATIF DENGAN AYUNAN BENDA TEGAR Yonathan Christianto, Suryasatriya Trihandaru	258
35. PEMETAAN RESISTIVITAS BATUAN DI WILAYAH LONGSOR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER Dens E. S. I. Asbanu	265
36. PERANCANGAN KALIPER MENGGUNAKAN TRANSDUSER STRAIN GAUGE Mardi Yusina Sine, Suryasatriya Trihandaru, Adita Sutresno	272
37. CHARACTERISTICS OF Π_2 MAGNETIC PULSATION EXTRACTED BY USING MORLET WAVELET TRANSFORM L. Muhammad Musafar K.	280
38. Bz-COMPONENT OF INTERPLANETARY MAGNETIC FIELD DURING LARGE MAGNETIC STORMS L. Muhammad Musafar K.	287
39. PENENTUAN SUHU CURIE BESI DENGAN METODE KAWAT BERARUS LISTRIK Raden Oktova, Okimustava	294
40. PERHITUNGAN ARAS-ARAS TENAGA PARTIKEL-TUNGGAL INTI Pb^{208} DENGAN POTENSIAL SAXON-WOODS Raden Oktova	304
41. PENGUKURAN VISKOSITAS FLUIDA DENGAN METODA BOLA JATUH DENGAN MEMANFAATKAN SENSOR SOUND CARD Tri Sunarno ¹ , Suryasatriya Trihandaru	310
42. PENGARUH LAJU ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BIOBRIKET DARI LIMBAH PENGGILINGAN PADI (SEKAM) Rizky Stiyabudi, Laifa Rahmawati, Christin Lita Agustiani	314

BIDANG PENDIDIKAN FISIKA

43. MODEL PRAKTIKUM <i>NON RESEP MASAKAN</i> DENGAN POLA TUTOR SEBAYA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PELAKSANAAN PRAKTIKUM JURUSAN FISIKA UNNES Bambang Subali, Sri Hendratto	322
44. DESAIN <i>COOPERATIVE LEARNING</i> TEKNIK JIGSAW PADA MATERI SIFAT-SIFAT CAHAYA Daud M. Dasalaku, Marmi Sudarmi, Wahyu H. Kristiyanto	331
45. PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN METODE <i>FAST FEEDBACK</i> SECARA KLASIKAL TENTANG PEMBENTUKAN BAYANGAN PADA CERMIN DATAR Debora N. Sudjito, Marmi Sudarmi, Ferdy S. Rondonuwu	341
46. PENGGUNAAN STRATEGI <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> (PBL) DALAM PEMBELAJARAN FISIKA Domi Severinus	351
47. KONSEPSI SISWA TENTANG ARUS LISTRIK Neneng J.W. Kabu, Paramita Prapanca A. N. R., Leonardus Very S. A., Daniel Ari P., Ferdy S. Rondonuwu	357
48. PUSHING-UP STUDENT'S CREATIVITY BY MEANS OF IMPLEMENTATION OF PROBLEM BASED LEARNING IN APPLIED PHYSICS Nengah Maharta, Kartini Herlina	362
49. PEMBELAJARAN DENGAN METODE PORTOFOLIO R. Wakhid Akhdinirwanto	372
50. PENGEMBANGAN <i>ATTITUDE</i> SISWA MELALUI PENDIDIKAN SAINS DALAM RANGKA MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA DI ERA GLOBAL Widodo	378
51. PROFIL KEMAMPUAN GENERIK SAINS CALON GURU FISIKA DALAM KEGIATAN EKSPERIMEN FISIKA DASAR I Achmad Samsudin, Heni Rusnayati	387

52. KONSEPSI SISWA TENTANG KUTUB-KUTUB MAGNET Austhin V Ndolu, Rien S.D Premawoli, Demeryati Langtang, Ferdy S. Rondonuwu	392
53. MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>EVERYONE IS A TEACHER</i> (SEMUA BISA JADI GURU) UNTUK TOPIK LISTRIK STATIS Dominggus Bili, Wahyu H. Kristiyanto, Marmi Sudarmi	400
54. TEACHERS' DIFFICULTIES IN MODELLING MOON AND MARS MOTIONS Heri Priyanto	410
55. MENGAJAR "GAYA" BERDASARKAN PENGETAHUAN AWAL SISWA Marmi Sudarmi	419
56. INTERPRESTASI SISWA MENGENAI GAYA GESEK Oskar, Bertus Sesroni, Ria Yulianah, Ferdy S. Rondonuwu	426
57. MENINGKATKAN KUALITAS PERKULIAHAN FISIKA KEPERAWATAN MELALUI MODEL PENGAJARAN LANGSUNG DENGAN MENGGUNAKAN MULTI MEDIA Asnawi	436
58. PEMANFAATAN KAMERA DIGITAL DAN KOMPUTER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN AYUNAN BANDUL SEDERHANA DAN UJI COBA KEBERHASILANNYA Astry Armitha Kobi, Suryasatriya Trihandaru	441
59. PENGEMBANGAN ALAT PERAGA SEDERHANA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL TOPIK ALARM BANJIR DAN UJICOBA KEBERHASILANNYA Demeryati Langtang, Wahyu Hari Kristiyanto	453
60. PENGARUH PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN LAB <i>VIRTUAL</i> TERHADAP PRESTASI BELAJAR DITINJAU DARI KEMAMPUAN AWAL SISWA Nur Rohmadi	465
61. SISTEM PENILAIAN PENGHARGAAN KELOMPOK DENGAN METODE AHP, MPE, DAN BORDA UNTUK PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE TEAM GAME TURNAMENT (TGT) Rahayu Dwi Astuti, Suryasatriya Trihandaru	477
62. PENINGKATAN HASIL BELAJAR IPA MENGGUNAKAN MEDIA ALAT PERAGA SISWA KELAS V SD NEGERI III KEMBARAN KALIKAJAR WONOSOBO Siti Latifah, Siska Desi Fatmaryanti, R.Wakhid Akhdinirwanto	485

BIDANG PENDIDIKAN MATEMATIKA

63. PROFIL SISWA YB, PERAIH MEDALI OLIMPIADE SAINS NASIONAL (OSN) BIDANG MATEMATIKA, DALAM MENYELESAIKAN MASALAH OSN Jackson Pasini Mairing	490
64. APLIKASI MODEL PEMBELAJARAN KONSTRUKTIVISME TOPIK SIFAT-SIFAT SEGITIGA DAN SEGIEMPAT UNTUK MENINGKATKAN PRESTASI BELAJAR Septiana Pramita Sari, FX.Agus Sulistianto, Helti Lygia Mampouw	500
65. APLIKASI METODE <i>FAST FEEDBACK</i> PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA TENTANG GARIS DAN SUDUT Titis Arista Ratnasari, Helti Lygia Mampouw	510
66. APLIKASI MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PADA MATERI KUBUS DAN BALOK Widodo, Helti Lygia Mampouw	521
67. PENILAIAN PORTOFOLIO BERDASAR KTSP Wiratma Yuliana, Helti Lygia Mampouw, Kriswandani	530
68. ANALISIS KESALAHAN MENURUT KLASIFIKASI WATSON PADA SISWA DALAM MENERJAKAN SOAL-SOAL MATERI MATRIKS YANG DISUSUN BERDASARKAN TAKSONOMI SOLO Yosica Cucu Hardi Kristinatali, Helti Lygia Mampouw	540

69. APLIKASI MODEL <i>PROBLEM-BASED LEARNING</i> TOPIK PEMODELAN MATEMATIKA PADA PROGRAM LINIER Yusak I. Bien, Novisita Ratu, Helti Lygia Mampouw	550
70. HUBUNGAN ANTARA KEMAMPUAN MEMBACA PEMAHAMAN DAN PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA PADA SISWA SMP NEGERI 25 PURWOREJO Adita Wulandari, Inawati Budiono, Helti Lygia Mampouw	560
71. PENILAIAN PORTOFOLIO MATERI PELUANG BERDASARKAN KTSP PADA SISWA SMA NEGERI I SALATIGA Dwi Windarti, Helti Lygia Mampouw	570
72. APLIKASI MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM-BASED LEARNING</i> TOPIK LUAS PERMUKAAN BANGUN RUANG UNTUK MAHASISWA S1 PGSD UKSW SALATIGA Ferdinandus Mone, Novisita Ratu, Helti Lygia Mampouw	580
73. APLIKASI METODE TUTOR SEBAYA PADA MATERI TEOREMA PYTHAGORAS Fitri Wulandari, Helti Lygia Mampouw	591
74. KONSISTENSI PENGGUNAAN NOTASI DAN SATUAN PADA GRAFIK FUNGSI TRIGONOMETRI Lilik Linawati	601
75. VARIASI PENGAJARAN STATISTIKA DI SMA DENGAN MENGGUNAKAN HUKUM BENFORD Ferry Kristanto	607
76. EFEKTIVITAS SIFAT MOTIVASI SISWA DALAM PENINGKATAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA Isnani, Cicilia Sirtufilaely	615

BIDANG MATEMATIKA

77. PEMODELAN KESEHATAN PERBANKAN DI INDONESIA MENGGUNAKAN ANALISIS REGRESI SURVIVAL DENGAN PENDEKATAN PARAMETRIK Fazahadu Syuraifah, Nur Iriawan	623
78. <i>BAGGING</i> MARS PADA PERAMALAN PRODUKSI PADI DI PROVINSI KALIMANTAN BARAT Naily Kamaliah, Bambang Widjanarko Otok, Sutikno	633
79. UJI NORMALITAS DAN FUNGSI LINEAR KEPADATAN PENDUDUK SALATIGA TAHUN 2008 Hanna A. Parhusip, Evi Kusumawardhani dan Dyah Kristanti	643
80. TINJAUAN ULANG EKSPANSI ASIMTOTIK UNTUK MASALAH BOUNDARY LAYER Hanna.A. Parhusip	655
81. PROPERTY DAN PERDAGANGAN SEBAGAI SEKTOR DOMINAN PADA DATA BURSA SAHAM DENGAN <i>PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)</i> Hanna A Parhusip, Deva Widyananto, dan Bernadeta Desinova Kr	666
82. PENGATURAN PARAMETER DAN DESAIN ABSORBER DINAMIK SEBAGAI PEREDAM GETARAN AKIBAT GERAKAN PERMUKAAN TANAH Aulia Windri Putri, Erna Apriliani	678
83. MODEL PETRI NET ANTRIAN KLINIK KESEHATAN SERTA KAJIAN DALAM ALJABAR MAX PLUS Nurwan, Subiono	687
84. REDUNDANSI FRAME DAN PENGARUHNYA PADA DEKOMPOSISI FUNGSI DI RUANG HILBERT Suzyanna, Mahmud Yunus, Eridani	697
85. INTERVAL KREDIBEL BAYESIAN OBYEKTIF DARI PARAMETER POPULASI BERDISTRIBUSI POISSON DAN EKSPONENSIAL Adi Setiawan	703
86. CERDAS FINANSIAL DENGAN MATEMATIKA KEUANGAN Budi Frensidy	709

87. PEMODELAN PERSENTASE PENDUDUK MISKIN DI PROVINSI JAWA TIMUR TAHUN 2004-2008 DENGAN REGRESI PANEL Desi Yuniarti, Susanti Linuwih, Setiawan	714
88. PEMODELAN <i>HYBRID</i> SINTESIS PADA <i>AUTOMATED MANUFACTURING SYSTEM</i> (AMS) DENGAN MENGGUNAKAN PETRI NET Dorteus L Rahakbauw, Subiono	724
89. EKSTRAPOLASI PUNCAK KURVA BILANGAN BINTIK MATAHARI PADA SIKLUS 24 John Maspupu	735
90. APLIKASI METODE HE PADA MASALAH BIOPROSES NON LINIER Lailia Awalushaumi, Erna Apriliani	742
91. PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ) DAN RADIAL BASIS FUNCTION (RBF) UNTUK PERMASALAHAN KLASIFIKASI PENYAKIT KARIES GIGI Ulfasari Rafflesia, M. Isa Irawan	749
92. HYBRID FUZZY C-SHELL CLUSTER -PCA PADA ANALISIS KELOMPOK (Studi Kasus Pengelompokkan ZOM (Zona Musim) di Kabupaten Subang, Karawang dan Indramayu) Azwar Habibi, Sutikno, Setiawan	755
93. PENGHITUNGAN SENSITIVITAS HARGA OPSI EROPA DALAM BERBAGAI METODE NUMERIK Didit Budi Nugroho	766
94. ANALISIS ENTROPI SUATU PARTISI DAN ENTROPI BERSYARAT Ferry Kondo Lembang, H. J. Wattimanela, M.W. Talakua	772
95. KALENDER KECEPATAN ANGIN SEBAGAI SISTEM PERINGATAN DINI BAGI NELAYAN SUMENEP DALAM PELAYARAN Ria Faulina, Fazahadu Syuraifah, Ardilliansah Hari P., Suhartono	777
96. ANALISIS SISTEM JARINGAN ANTREAN DENGAN ELEMEN-ELEMEN MATRIKS ADJASEN BERUPA INTERVAL DALAM ALJABAR MAX-PLUS Sri Rejeki Puri Wahyu Pramesthi, Subiono	786
97. KLASIFIKASI DATA DENGAN JARINGAN SYARAF FUNGSI BASIS RADIAL (RBFNN) Vasthy Budhiarti, Muhammad Isa Irawan	792
98. INTERPRETASI SINYAL <i>OUT OF CONTROL</i> PADA PENGONTROLAN KUALITAS PROSES PRODUKSI PITA PLASTIK PT. YANAPRIMA HASTAPERSADA SIDOARJO Wahyuni Suryaningtyas, Muhammad Mashuri	803
99. PENYELESAIAN SISTEM PERSAMAAN LINEAR DUA SISI DALAM ALJABAR MAX-PLUS BILANGAN FUZZY Any Muanalifah, Subiono	813
100. PEMANFAATAN <i>M-GAME LEARNING</i> SEBAGAI ALTERNATIVE SOLUSI MENINGKATKAN KEMAMPUAN LOGIKA PADA MATERI DASAR PEMROGRAMAN Etika Kartikadarma, Ifan Rizqa	820
101. PEMANFAATAN <i>M-LEARNING</i> SEBAGAI MEDIA BANTU BELAJAR TERMOKIMIA Ifan Rizqa, Etika Kartikadarma	832
102. OPTIMASI PENEMPATAN SUMUR BARU PADA LAPANGAN PANAS BUMI DENGAN BOOSTRAP DETEKSI KRIGING Isnani	843
103. MODEL DERET FOURIER DALAM REGRESI NONPARAMETRIK BIRESPON Rini Semiati, I Nyoman Budiantara	853
104. APLIKASI KENDALI OPTIMUM DALAM PENENTUAN INTERVAL WAKTU DAN DOSIS OPTIMAL PADA KEMOTERAPI KANKER Yopi A. Lesnussa, Subchan	863
105. MODERASI STRUCTURAL EQUATION MODELING PADA KEPERIBADIAN TERHADAP INDEKS PRESTASI DOSEN (IPD) MENGGUNAKAN METODE PING Taswati Nova Widjayaningrum, Bambang Widjanarko Otok	872

106. PENGONTROLAN KUALITAS PROSES PRODUKSI MINYAK LUMAS DENGAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONTROL KOMBINASI MEWMA Rxyzcha Pradhana Vydia Tyagita, Muhammad Mashuri	884
107. SYARAT CUKUP MASALAH OPTIMASI DENGAN PENDEKATAN EKUIVALENSI LEITMANN DALAM KALKULUS VARIASI Linda H. Lokra, Erna Apriliani	890
108. MODEL KEGIATAN PEMBELAJARAN SEKOLAH PADA KELAS MOVING DENGAN MENGGUNAKAN ALJABAR MAX-PLUS Martha Margaritha Telehala, dan Subiono	899
109. PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK AGUARIA DENGAN BAGAN PENGENDALI MULTIVARIAT HOTELLING Lellie S. Darmawan, Adi Setiawan	907
110. REGRESI SIMULTAN UNTUK PERENCANAAN PRODUKSI DAN PENJUALAN Mulyana	913
111. APLIKASI BAYESIAN NEURAL NETWORK PADA KASUS KLASIFIKASI Adatul Mukarromah	919
112. PENGEMBANGAN MODEL RAMALAN PRODUKSI PADI DENGAN PENDEKATAN <i>BAGGING MARS</i> Alif Yuanita, Bambang Widjanarko Otok, dan Sutikno	926
113. PEMODELAN JUMLAH KEMATIAN BAYI DI PROPINSI JAWA TENGAH DENGAN PENDEKATAN <i>GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION SEMIPARAMETRIC</i> Dessy Puspa Rani, Purhadi	936
114. KARAKTERISASI <i>NICE MAX-PLUS</i> DARI DISTRIBUSI STASIONER Matriks Probabilitas yang Menghasilkan Vektor Eigen pada Rantai Markov Hery Mariasari, Subiono	943
115. HYBRID PCA-RBPNN PADA KLASIFIKASI DATA MULTIVARIAT Oni Soesanto dan Mohammad Isa Irawan	952
116. PERBEDAAN FUNGSI INFORMASI ITEM PADA TES PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA BENTUK PILIHAN GANDA YANG MENGGUNAKAN PENSKORAN KONVENSIONAL DAN PENSKORAN KOREKSI Purwo Susongko	962
117. PENGENDALIAN MUTU AIR MINUM DALAM GALON MERK “X” DENGAN BAGAN MEWMA Ratnani Lintang Juli Ardini & Adi Setiawan	971
118. PEMODELAN JUMLAH KEMATIAN BAYI DENGAN PENDEKATAN <i>GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION</i> DI PROVINSI JAWA TENGAH TAHUN 2007 Salmon Notje Aulele, Purhadi	975
119. REKONSTRUKSI GELOMBANG CNOIDAL PADA GELOMBANG PERMUKAAN DI PERAIRAN PANTAI Sutimin ¹ , Widowati, Titi Udjiani SRRM	984
120. METODE MONTE CARLO KUADRAT TERKECIL UNTUK PENENTUAN HARGA OPSI TIPE AMERIKA Chatarina Enny Murwaningtyas	990
121. PEMANFAATAN <i>WEBLOG</i> SEBAGAI CMS PADA PROGRAM STUDI MATEMATIKA FSM UKSW Tundjung Mahatma	998

121. PENGOPTIMALAN UMPAN BALIK *LINEAR QUADRATIC REGULATOR* PADA *LOAD FREQUENCY CONTROL* MENGGUNAKAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*
Febriana Kristanti¹, Erna Apriliani², Imam Robandi³ 1005



INTERPRETASI SINYAL *OUT OF CONTROL* PADA PENGONTROLAN PROSES PRODUKSI PITA PLASTIK PT. YANAPRIMA HASTAPERSADA SIDOARJO

Wahyuni Suryaningtyas^{1,2}, Muhammad Mashuri³

¹*Mahasiswa S2 Jurusan Statistika ITS, Surabaya, 60113*

²*Dosen Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Muhammadiyah Surabaya*

³*Dosen Jurusan Statistika ITS, Surabaya, 60113*

Email korespondensi: mat_ums@yahoo.com

ABSTRAK

Pengendalian kualitas dalam SPC (*Statistikal Process Control*) berdasarkan variabel karakteristik kualitas dibedakan menjadi dua macam yaitu diagram kontrol univariat dan diagram kontrol multivariat. Pada umumnya kedua diagram digunakan untuk *monitoring* dan *controlling* (mean dan variabilitas) proses produksi. Pengontrolan multivariat baik untuk mean dan variabilitas proses dalam kasus produksi adalah apabila terjadi *out of control* lebih dari satu variabel karakteristik kualitas dan saling berkorelasi, sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebab terjadinya sinyal tidak terkendali tersebut dengan menggunakan diagram kontrol multivariat. Saat ini banyak metode yang digunakan dalam pengontrolan mean proses dengan mengidentifikasi variabel penyebab terjadinya sinyal *out of control*, antara lain yang paling populer adalah metode dekomposisi MYT (Mason, Young, and Tracy). Sedangkan dalam pengontrolan variabilitas multivariat untuk mengidentifikasi variabel penyebab terjadinya sinyal *out of control* dalam penelusuran pustaka yang dilakukan saat ini adalah dengan menggunakan metode dekomposisi matrik kovariansi. Penerapan dilakukan pada data proses pembuatan pita plastik di PT. Yanaprima Hastapersada. Penelitian ini melibatkan lima variabel karakteristik kualitas yaitu *denier* (berat pita), lebar pita, *strength* (kuat tarik pita), *tenacity* (kekuatan tarik pita per *denier*), dan *elongation* (kemuluran pita). Dengan menggunakan metode dekomposisi MYT diperoleh variabel penyebab terjadinya *out of control* adalah lebar pita, sedangkan dengan menggunakan metode dekomposisi matrik kovariansi untuk pengontrolan variabilitas proses diidentifikasi bahwa variabel *denier* (berat pita), lebar pita dan *elongation* (pengujian kemuluran pita plastik) merupakan variabel penyebab terjadinya *out of control*.

Kata kunci: Metode dekomposisi MYT, Metode dekomposisi matrik kovariansi, Sinyal *out of control*

1. PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas dalam SPC (*Statistikal Process Control*) berdasarkan variabel karakteristik kualitas dibedakan menjadi dua macam yaitu diagram kontrol univariat dan diagram kontrol multivariat. Pada umumnya kedua diagram digunakan untuk *monitoring* dan *controlling* (mean dan variabilitas) proses produksi.

Pada diagram kontrol multivariat T2 Hotelling untuk pengontrolan proses terhadap mean dan diagram kontrol *generalized variance* atau metode determinan matrik kovariansi dalam pengontrolan proses terhadap variabilitas yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya diketahui bahwa secara statistik proses pembuatan pita plastik telah terkontrol dengan baik dalam mean maupun variabilitas. Namun penelitian selanjutnya yang membandingkan diagram kontrol multivariat T2 Hotelling dengan diagram kontrol MEWMA (*Multivariat Exponentially Weighted Moving Average*) untuk pengontrolan terhadap mean pada proses pembuatan pita plastik, berdasarkan hasil penelitian perbandingan kedua diagram kontrol tersebut adalah dapat disimpulkan bahwa diagram kontrol MEWMA lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran proses. Sensitifitas diagram kontrol MEWMA ditunjukkan melalui titik-titik pengamatan yang keluar pada batas kendali tetapi belum dapat menentukan variabel-variabel yang menyebabkan proses tidak terkendali (*out of control*). Penelitian Mason, Young, dan Tracy (1995) mengembangkan suatu pendekatan tentang metode dekomposisi, yang terkenal dengan metode

dekomposisi MYT (Mason, Young, dan Tracy). Metode ini merupakan pengembangan metode dekomposisi dari T² Hotelling untuk menentukan kontribusi variabel-variabel atau hubungan diantara variabel yang menyebabkan suatu proses *out of control* ke dalam pengaturan diagram kontrol multivariat. Sedangkan pada diagram kontrol multivariat untuk memonitor variabilitas proses produksi dengan membandingkan diagram kontrol *generalized variance* atau metode determinan matrik kovariansi dengan metode dekomposisi matrik kovariansi berdasarkan ARL (*Average Run Length*) dalam mendeteksi sinyal *out of control*. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa metode dekomposisi matrik kovariansi lebih cepat mendeteksi sinyal *out of control* jika korelasi antar variabel yang diteliti relatif tinggi. Penelitian tersebut analog dengan penelitian yang dilakukan oleh Tang & Barnett (1996) dalam mengembangkan suatu pendekatan tentang metode dekomposisi yang didasarkan pada prinsip dekomposisi matrik kovariansi, yaitu pendekomposisian matrik kovariansi data subgroup menjadi komponen-komponen yang mudah untuk diinterpretasikan. Dibandingkan dengan diagram kontrol variabilitas multivariat lainnya, diagram kontrol yang dikemukakan oleh Tang dan Barnett, merupakan diagram kontrol yang lebih sensitif dalam mendeteksi sinyal *out of control*.

Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan sinyal *out of control* pada diagram kontrol multivariat dengan menggunakan metode dekomposisi MYT dalam mengontrol mean dan metode dekomposisi matrik kovariansi dalam mengontrol variabilitas proses secara multivariat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Metode Dekomposisi MYT (Mason, Young, dan Tracy)

Penelitian yang dilakukan oleh Mason, Young, dan Tracy (1995, 1996) mengembangkan suatu pendekatan baru tentang metode dekomposisi, yang terkenal dengan metode dekomposisi MYT (Mason, Young, dan Tracy). Metode ini merupakan pengembangan metode dekomposisi dari T² Hotelling untuk menentukan kontribusi variabel-variabel atau hubungan diantara variabel yang menyebabkan suatu proses tidak terkendali (*out of control*) ke dalam pengaturan diagram kontrol multivariat.

Dekomposisi MYT dilakukan setelah pengamatan ke-*i* yang tidak terkontrol dideteksi dengan statistik T² Hotelling. Misalkan $\mathbf{x}_i^T = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ vektor pengukuran dengan sejumlah variabel *p* yang dibuat pada pengamatan ke-*i*. Maka x_{ij} mewakili pengamatan pada karakteristik ke-*j*. Maka bentuk dekomposisi MYT T² Hotelling didefinisikan sebagai berikut (Rancer, 1993):

$$\begin{aligned}
 T^2 &= T_1^2 + (T_{21}^2 + T_{31,2}^2 + T_{41,2,3}^2 + \dots + T_{p1,\dots,p-1}^2) \\
 &= \frac{(x_{11} - \bar{x}_1)^2}{s_1^2} + \sum_{j=2}^{p-1} \frac{(x_{1j} - \bar{x}_{j,1,2,\dots,j-1})^2}{s_{j,1,2,\dots,j-1}^2}
 \end{aligned} \tag{1}$$

dengan

$$\bar{x}_{j,1,2,\dots,j-1} = \bar{x}_j + \mathbf{b}_j^T (\mathbf{x}_i^{(j-1)} - \bar{\mathbf{x}}^{(j-1)})$$

$$s_{j,1,2,\dots,j-1}^2 = s_x^2 - \mathbf{s}_{xX}' \mathbf{S}_{XX}^{-1} \mathbf{s}_{xX} \text{ dan } \mathbf{S} = \begin{bmatrix} \mathbf{S}_{XX} & \mathbf{s}_{xX} \\ \mathbf{s}_{xX}' & s_x^2 \end{bmatrix}$$

\bar{x}_j merupakan rata-rata sampel pengamatan ke-*m* pada variabel ke-*j*, $\bar{x}_{j,1,2,\dots,j-1}$ estimasi rata-rata x_j untuk variabel x_1, x_2, \dots, x_{j-1} serta $\mathbf{x}_i^{(j-1)}$ merupakan vektor pengamatan ke-*i* dengan variabel ke-*j* yang dikeluarkan (pada data pengamatan baru). Misalkan $\mathbf{x}_i^{(j-1)}$ dengan $j = 1, 2, 3$ maka $\mathbf{x}_i^{(3-1)}$ berarti variabel ke-3 tidak termasuk, hanya pengamatan ke-*i* variabel pertama dan

kedua, dinotasikan $\begin{bmatrix} \mathbf{x}_i^{(1)} \\ \mathbf{x}_i^{(2)} \\ \mathbf{x}_i \end{bmatrix} \cdot \bar{\mathbf{x}}_i^{(j-1)}$ vektor rata-rata dengan elemen ke-*j* yang dikeluarkan,

$\mathbf{b}_j = \mathbf{S}_{XX}^{-1} \mathbf{s}_{xX}$ estimasi koefisien regresi variabel ke- j (x) yang diregresikan pada variabel $j-1$ (X), dengan \mathbf{S} matrik kovarian sampel, \mathbf{S}_{XX} varian variabel ke $j-1$ (berbentuk matrik), \mathbf{s}_{xX} kovarian variabel ke- j (berbentuk vektor), dan s_x^2 varian variabel ke- j (berbentuk skalar).

Metode Dekomposisi Matrik Kovariansi

Pada diagram kontrol untuk memonitor variabilitas proses multivariat, penelitian Tang & Barnett (1996) mengembangkan suatu pendekatan baru tentang metode dekomposisi yang didasarkan pada prinsip dekomposisi matrik kovariansi, yaitu pendekomposisian matrik kovariansi data subgroup menjadi komponen-komponen yang mudah untuk diinterpretasikan. Dibandingkan dengan diagram kontrol variabilitas multivariat lainnya, diagram kontrol yang dikemukakan oleh Tang dan Barnett, merupakan diagram kontrol yang lebih sensitif dalam mendeteksi sinyal *out of control*.

Pendekomposisian matrik kovariansi sampel dilakukan dengan menaksir parameter matrik kovariansi proses berdasarkan matrik kovariansi sampel pada kondisi *in-control* yang mempunyai bentuk:

$$S_{j1, \dots, j-1}^2 = S_j^2 - \mathbf{S}_{j,j-1}^T \mathbf{S}_{j-1}^{-1} \mathbf{S}_{j,j-1} \tag{3}$$

dengan:

S_j^2 = variansi sampel variabel ke- j

$\mathbf{S}_{j,j-1}$ = vektor kovariansi sampel antara variabel ke- j dan setiap variabel ke- $(j-1)$

\mathbf{S}_{j-1} = submatrik bujur sangkar dari \mathbf{S} dimana $\mathbf{S}_{j-1} = \begin{bmatrix} S_{11} & \dots & S_{1,j-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{j-1,1} & \dots & S_{j-1,j-1} \end{bmatrix}$

Prinsip dasar yang digunakan dalam metode ini adalah dekomposisi matrik kovariansi sehingga terbentuk komponen-komponen baru yang digunakan untuk mengindikasikan kestabilan variansi.

Identifikasi Sinyal *Out of control* Multivariat Mean Proses

Penelitian yang dilakukan oleh Mason, Young, dan Tracy (1995) mengembangkan suatu pendekatan baru tentang identifikasi sinyal *out of control* dengan metode dekomposisi T^2 Hotelling terdiri dari dekomposisi *unconditional* dan dekomposisi *conditional* (Mason dkk., 1997).

a. *Unconditional* T^2 Hotelling

Bentuk *unconditional* mempunyai fungsi yang sama dengan univariat grafik kontrol Shewhart, menentukan varian dari variabel ke- j . Sinyal akan terjadi jika x_j terlalu jauh dari \bar{x} .

Batas kontrol atas (BKA) untuk *unconditional* T_j^2 Hotelling berdistribusi F, didefinisikan sebagai berikut:

$$T_j^2 = \frac{(x_j - \bar{x}_j)}{s_j^2} \sim \left(\frac{m+1}{m} \right) F_{(1,m-1,\alpha)} \tag{4}$$

b. *Conditional* T^2 Hotelling

Bentuk *conditional* T^2 Hotelling dari variabel ke- j yang disesuaikan dengan estimasi mean dan varians conditional, BKA untuk *conditional* T^2 Hotelling ($T_{j+1,2,\dots,j}^2$) berdistribusi F, didefinisikan sebagai berikut:

$$\left(T_{j+1,2,\dots,j}^2 \right) = \frac{(x_{j+1} - \bar{x}_{j+1,2,\dots,j})}{s_{j+1,2,\dots,j}^2} \sim \left(\frac{(m+1)(m-1)}{m(m-k-1)} \right) F_{(1,m-k-1,\alpha)} \tag{5}$$

dengan $k =$ banyaknya variabel *conditional* dan $k = j - 1$. Jika $k = 0$, maka tidak ada pengaruh keadaan variabel bersyarat (*conditining*), sehingga BKA pada persamaan (4) menjadi BKA untuk persamaan (5) (Mason dkk., 1999).

Identifikasi Sinyal *Out of control* Multivariat Variabilitas Proses

Menurut Tang dan Barnett (1996) identifikasi sinyal *out of control* dalam proses monitoring variabilitas menggunakan transformasi integral probabilitas untuk menghasilkan $Z_{j(k)}$, sehingga diperoleh bentuk statistik uji T_k , maka dapat dibuat diagram kontrol untuk mengetahui apakah proses terkendali dalam variabilitas atau tidak.

a. Kasus Σ Diketahui

Identifikasi sinyal *out of control* menggunakan

$$Z_{j(k)}^2 \quad \text{untuk } k = 1, 2, \dots \tag{6}$$

dimana $k =$ banyak subgrup, $p =$ banyaknya variabel yang diteliti dan $n_k =$ ukuran sampel pada subgrup ke- k .

dengan

$$Z_{1(k)} = \Phi^{-1} \left\{ \chi_{n_k-1}^2 \left[\frac{(n_k - 1)S_{1(k)}^2}{\sigma_1^2} \right] \right\}$$

$$Z_{j(k)} = \Phi^{-1} \left\{ \chi_{n_k-1}^2 \left[\frac{(n_k - 1)S_{j-1, \dots, j-1(k)}^2}{\sigma_{j-1, \dots, j-1}^2} \right] \right\} \quad \text{untuk } j = 2, \dots, p$$

$$Z_{p+1(k)} = \Phi^{-1} \left\{ \chi_{p-1}^2 \left[(n_k - 1)S_{1(k)}^2 (\mathbf{d}_{2(k)} - \boldsymbol{\theta}_2)^T \boldsymbol{\Sigma}_{2, \dots, p-1}^{-1} (\mathbf{d}_{2(k)} - \boldsymbol{\theta}_2) \right] \right\}$$

$$Z_{p+j-1(k)} = \Phi^{-1} \left\{ \chi_{p-j+1}^2 \left[(n_k - 1)S_{j-1, \dots, j-2(k)}^2 (\mathbf{d}_{j(k)} - \boldsymbol{\theta}_j)^T \boldsymbol{\Sigma}_{j, \dots, p-1, \dots, j-1}^{-1} (\mathbf{d}_{j(k)} - \boldsymbol{\theta}_j) \right] \right\}$$

untuk $j = 3, \dots, p$

$Z_{j(k)}$ untuk $j=1, \dots, 2p-1$ berdistribusi normal standar ($N(0,1)$), maka T_k berdistribusi χ^2 dengan derajat bebas $2p-1$, dengan demikian dapat diperoleh batas kendali:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \chi_{2p-1, \alpha}^2 \\ \text{BKB} &= 0 \end{aligned}$$

b. Kasus Σ Tidak Diketahui

Identifikasi sinyal *out of control* menggunakan

$$Z_{j(k)}^2 \quad \text{untuk } k = 2, 3, \dots \tag{7}$$

dimana $k =$ banyak subgrup, $p =$ banyaknya variabel yang diteliti dan $n_k =$ ukuran sampel pada subgrup ke- k .

dengan

$$Z_{j(k)} = \Phi^{-1} \left\{ F_{n_k-j; N_{jk}-1} \left[\frac{(n_k - 1)S_{j-1, \dots, j-1(k)}^2}{(n_k - j)S_{jk-1(\text{pooled})}^2} \right] \right\} \quad \text{untuk } j = 1, \dots, p$$

$$Z_{p+j-1(k)} = \Phi^{-1} \left\{ F_{j-1; N_{jk}} \left[\frac{\mathbf{Y}_{jk}^T \left(\frac{\mathbf{S}_{j-1(k)}^{-1}}{n_k - 1} + \mathbf{U}_{j-1, k-1} \right) \mathbf{Y}_{jk}}{(j-1)S_{jk-1(\text{pooled})}^2} \right] \right\} \quad \text{untuk } j = 2, \dots, p$$

dimana $\mathbf{Y}_{jk} = \mathbf{S}_{j-1(k)}^{-1} \mathbf{S}_{j,j-1(k)} - \mathbf{V}_{jk-1}$ dan adalah fungsi distribusi F dengan derajat bebas v_1 dan v_2 .

Selanjutnya didefinisikan:

$$N_{jk} = \sum_{i=1}^k (n_i - j) \tag{8}$$

$$S_{jk(\text{pooled})}^2 = \frac{1}{N_{jk}} \sum_{i=1}^k (n_i - j) S_{j,1,\dots,j-1(i)}^2 \quad \text{untuk } j = 1, \dots, p \quad \text{dengan } S_{1,0(i)}^2 = S_{1(i)}^2 \tag{9}$$

$$\mathbf{U}_{jk} = \frac{1}{k^2} \sum_{i=1}^k (n_i - j)^{-1} \mathbf{S}_{j(i)}^{-1} \quad \text{untuk } j = 1, \dots, p-1 \tag{10}$$

$$\mathbf{V}_{jk} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \mathbf{S}_{j-1(i)}^{-1} \mathbf{S}_{j,j-1(i)} \quad \text{untuk } j = 2, \dots, p \tag{11}$$

$Z_{j(k)}$ untuk $j=1, \dots, 2p-1$ berdistribusi normal standar ($N(0,1)$), maka T_k berdistribusi χ^2 dengan derajat bebas $2p-1$, dengan demikian dapat diperoleh batas kendali:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \chi^2_{2p-1, \alpha} \\ \text{BKB} &= 0 \end{aligned}$$

3. METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data “Pengontrolan Kualitas Proses Pembuatan Pita Plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Sidoarjo”. Proses pengendalian kualitas dilakukan terhadap produksi pita plastik jenis Repol H030SG 2.6 mm 850 denier putih dengan bahan campuran PJ 100 15%, pada mesin *Extruder IV*. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil secara acak 10 gulungan pita pada *winder A* dan 10 pita pada *winder B*, selanjutnya pita tersebut diambil sepanjang 90 cm untuk setiap gulungan. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juli 2007 sampai Agustus 2007, dengan variabel yang diteliti adalah *denier* (berat pita), lebar pita, *strength* (kuat tarik pita), *tenacity* (kekuatan tarik pita per *denier*), dan *elongation* (kemuluran pita).

Metodologi penelitian untuk metode dekomposisi MYT dilakukan pada Fase I untuk pengamatan yang *out of control* sebagai dasar melakukan dekomposisi. Menentukan nilai *unconditional* T_j^2 pada setiap variabel pada pengamatan yang kemudian nilai *unconditional* T_j^2 dapat dibandingkan dengan nilai BKA. Apabila nilai *unconditional* T_j^2 kurang dari nilai BKA ($T_j^2 < \text{BKA}$), maka dapat disimpulkan bahwa variabel tersebut signifikan terkendali (*in control*), sehingga tidak perlu dicari hubungannya terhadap variabel lain. Sedangkan apabila nilai T_j^2 lebih besar dari BKA ($T_j^2 > \text{BKA}$), maka hal ini menandakan bahwa variabel tersebut terdapat *out of control*, sehingga perlu dicari bagaimana hubungannya terhadap variabel yang lain. Jika nilai $T_j^2 > \text{BKA}$ selanjutnya dilakukan penentuan nilai *subvector* (d_j) untuk variabel ke- j , dimana nilai *subvector* merupakan dinyatakan dengan $d_j = T^2 - T_j^2$. Nilai *subvector* ke- j dapat menggambarkan kontribusi variabel ke- j terhadap nilai T^2 pengamatan pada saat *out of control* jika nilai *subvector* kurang dari sama dengan BKA ($d_j \leq \text{BKA}$). Sedangkan metodologi untuk dokomposisi matrik kovariansi adalah menentukan jumlah variabel yang diteliti dan jumlah sampel tiap grup, untuk kasus Σ tidak diketahui maka proses monitoring dapat dimulai dari subgrup kedua pada persamaan (7), kemudian menentukan matrik kovariansi kovariansi dari data dan menghitung variansi sampel dari variabel ke- j jika diketahui variabel ke-1 sampai variabel ke- $(j-1)$ adalah $S_{j,1,\dots,j-1}^2$ dan menentukan batas kendali

multivariat, menghitung persamaan (8), (9), (10) dan (11), serta menentukan statistik T_k , dimana proses ini dilakukan sampai T_k diluar batas kendali.

4. HASIL DAN DISKUSI

Pembahasan mengenai interpretasi sinyal *out of control* diagram kontrol multivariat dengan terlebih dahulu mengkaji secara mendalam konsep metode dekomposisi MYT (Mason, Young, dan Tracy) dalam mengontrol mean dan metode dekomposisi matrik kovariansi dalam mengontrol variabilitas proses secara multivariat, serta penerapan kedua metode dekomposisi tersebut (metode dekomposisi MYT dan metode dekomposisi matrik kovariansi) pada data multivariat. Statistik deskriptif data pengamatan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing variabel yang digunakan dalam data produksi pita plastik baik Fase I maupun Fase II dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Data Produksi Pita Plastik Fase I dan Fase II

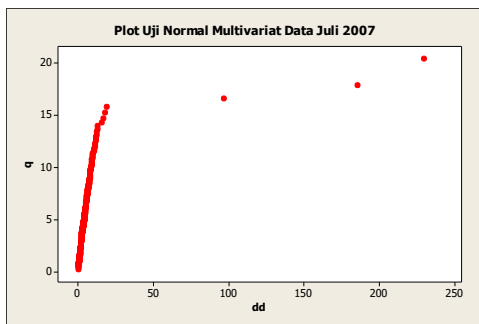
Variabel	Fase I					Fase II					Spesifikasi
	Mean	St. Dev	Min.	Med.	Maks.	Mean	St. Dev	Min.	Med.	Maks.	
<i>denier</i>	850.10	20.78	775	851	917	851.04	24.29	771	852	928	(680,1020)
lebar pita	2.60	0.04	2.27	2.61	2.75	2.60	0.04	2.47	2.60	2.74	(2.34,2.86)
kuat tarik	3.43	0.18	2.57	3.44	3.86	3.45	0.19	2.79	3.45	4.03	(2.75,4.13)
<i>tenacity</i>	4.00	0.19	3.51	3.99	4.66	4.01	0.23	3.23	4.01	4.70	(3,5)
kemuluran	25.15	1.85	19.75	25.24	30.18	25.34	1.71	19.89	25.35	30.26	(20.7,27)

Pengujian data berdistribusi normal multivariat dilakukan dengan menentukan jarak tergeneralisasi $d_i^2 = (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{X}}) \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{X}})$ menggunakan program Minitab 14. Asumsi data berdistribusi normal multivariat diberikan hipotesis sebagai berikut:

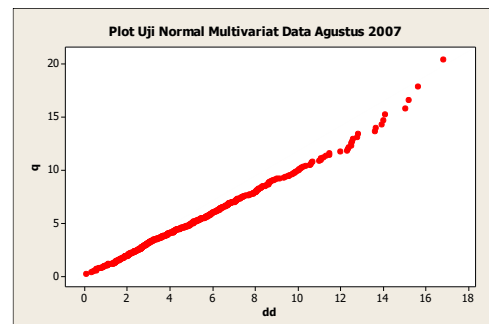
H_0 : Data karakteristik kualitas berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data karakteristik kualitas tidak berdistribusi normal multivariat

Pengujian terhadap 470 data bulan Juli 2007 menunjukkan bahwa nilai d_i^2 sebesar 64.47%, karena nilai $d_i^2 > 50\%$ maka terima H_0 yang berarti bahwa data karakteristik kualitas bulan Juli 2007 berdistribusi normal multivariat. Plot data ditunjukkan pada Gambar 1 yang cenderung membentuk garis lurus.



Gambar 1. Q-Q Plot Distribusi Normal Multivariat Pada Fase I



Gambar 2. Q-Q Plot Distribusi Normal Multivariat Pada Fase II

Sedangkan pengujian terhadap 470 data bulan Agustus 2007 menunjukkan bahwa nilai d_i^2 sebesar 50.64%, karena nilai $d_i^2 > 50\%$ maka terima H_0 , hal ini juga berarti bahwa data karakteristik kualitas bulan Agustus 2007 berdistribusi normal multivariat. Pada Gambar 2 dapat dilihat plot yang menunjukkan data cenderung membentuk garis lurus.

Pengujian asumsi antar variabel saling berkorelasi dilakukan dengan menggunakan uji *Bartlett Sphericity*. Uji ini berfungsi untuk mengetahui besarnya nilai korelasi antar variabel. Pengujian

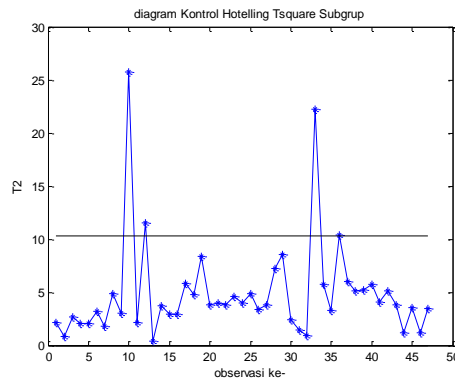
ini merupakan syarat yang harus dipenuhi sebelum membuat diagram kontrol T^2 Hotelling (Montgomery, 2005). Uji *Bartlett Sphericity* dilakukan dengan menggunakan program SPSS 17. Hipotesis dari pengujian korelasi variabel-variabel karakteristik kualitas dari proses produksi diberikan sebagai berikut:

$$H_0 : \rho = \mathbf{I}$$

$$H_1 : \rho \neq \mathbf{I}$$

Pengujian asumsi antar variabel saling berkorelasi terhadap data bulan Juli 2007 telah terpenuhi karena pada uji *Bartlett Sphericity* menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0.000 maka tolak H_0 yang berarti matrik korelasi tidak sama dengan matrik identitas, sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat korelasi antar variabel dependen. Pengujian asumsi antar variabel saling berkorelasi terhadap data bulan Agustus 2007 dengan menggunakan uji *Bartlett Sphericity* juga telah terpenuhi.

Pengontrolan dilakukan pada 47 data subgroup dengan menggunakan program Matlab R2009a. Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa variabel karakteristik kualitas kelompok data pada Fase I terdapat sebanyak 4 data pengamatan yang terdeteksi adanya sinyal *out of control* yaitu pengamatan $i=10$ atau subgroup ke-10, $i=12$ atau subgroup ke-12, $i=33$ atau subgroup ke-33 dan $i=36$ atau subgroup ke-36 serta memiliki BKA sebesar 10.3356, dimana pengamatan yang *out of control* tersebut kemudian dikeluarkan pada data pengamatan.



Gambar 3. Plot Kontrol T^2 Hotelling Data Juli 2007

Penggunaan perluasan algoritma metode dekomposisi MYT pada pengamatan yang tidak terkendali tersebut dilakukan dengan penelusuran lebih lanjut untuk mengidentifikasi variabel penyebab terjadinya *out of control*. Penerapan metode dekomposisi MYT menggunakan program Matlab R2009a. Perluasan algoritma dekomposisi dilakukan setelah penentuan pengamatan ke- i yang *out of control* pada Fase I T^2 Hotelling. Berdasarkan pengamatan yang *out of control* ditentukan nilai unconditional setiap variabel pada pengamatan tersebut, agar diperoleh kontribusi setiap variabel terhadap pengamatan yang tidak terkendali. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 2, dimana diperoleh nilai pengamatan ke- i yang telah signifikan *out of control* pada alpha 0.05 dengan BKA 4.1380.

Tabel 2. Nilai *Unconditional* untuk setiap pengamatan ke- i variabel ke- j

m out	T_i^2	Dekomposisi <i>Unconditional</i>				
		T_1^2	T_2^2	T_3^2	T_4^2	T_5^2
10	25,7130	1,0213	0,7564	1,7904	0,0137	3,8993
12	11,5336	1,9103	5,3465*	0,4536	1,6201	1,1712
33	22,2229	1,6814	0,2965	0,0878	6,3615*	0,0288
36	10,3634	0,5906	4,7124*	0,5827	2,1323	1,4951
Total Out of control		0	2	0	1	0

* Signifikan tidak terkendali pada 0.05 dengan BKA 4.1380

Berdasarkan Tabel diatas diperoleh variabel kedua yaitu lebar pita relatif menjadi penyebab adanya *out of control* pada proses pengamatan, karena terdapat sebanyak 2 pengamatan dari 4 pengamatan yang *out of control*, serta signifikan pada BKA 4.1380. Oleh karenanya variabel karakteristik lebar pita dijadikan sebagai prioritas utama dalam *improvement* (perbaikan) proses.

Nilai *unconditional* pada Tabel diatas dibandingkan dengan nilai BKA sebesar 13.3493. Apabila nilai $T_j^2 < BKA$, maka dilanjutkan pada variabel ke-*j* yang lain. Jika $T_j^2 > BKA$, maka dilanjutkan dengan menentukan *subvector* setiap pengamatan ke-*i* variabel ke-*j*. *Subvector* ke-*j* menggambarkan kontribusi setiap variabel ke-*j* yang signifikan tidak terkendali. Hasil nilai *subvector* setiap pengamatan ke-*i* yang tidak terkendali dapat dilihat pada Tabel 3.

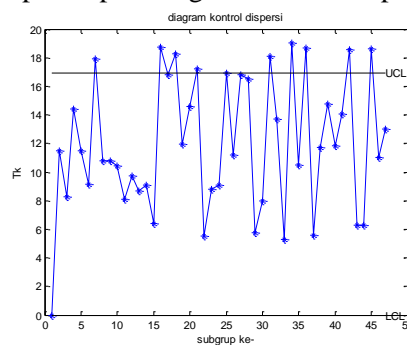
Tabel 3. Nilai *Subvector* d_j , untuk setiap pengamatan ke-*i* variabel ke-*j*

m out	Dekomposisi <i>Unconditional</i>				
	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
10	24,6917*	24,9566*	23,9226*	25,6993*	21,8137*
12	9,6232	6,1871	11,0799	9,9135	10,3623
33	20,5415*	21,9264*	22,1351*	15,8614*	22,1940*
36	9,7728	5,6509	9,7807	8,2311	8,8682
Total Subvector yang keluar	2	2	2	2	2

* Signifikan terkendali pada 0.05 dengan BKA 13.3493

Nilai *subvector* tersebut dibandingkan dengan BKA 13.3493. Jika $d_j \leq BKA$ proses selesai, artinya didapat variabel penyebab tidak terkendalnya proses pengamatan ke-*i*. Jika $d_j > BKA$ maka dilakukan proses dekomposisi *conditional* T^2 Hotelling. Dari Tabel 3 terlihat bahwa semua variabel untuk pengamatan 10 dan 33 menghasilkan nilai *subvector* (d_1, d_2, \dots, d_5) yang signifikan tidak terkendali dengan BKA 13.3493. Hasil analisis pengamatan ke-*i* dengan *subvector* yang signifikan tidak terkendali diantaranya pengamatan ke-10 dan 33 (Tabel 3). Hal tersebut menyimpulkan bahwa tidak hanya variabel x_2 (lebar pita) yang menjadi penyebab tidak terkendalnya pengamatan, sehingga perlu dilakukan proses *improvement* dengan dekomposisi *conditional*.

Penerapan diagram kontrol variabilitas dengan menggunakan metode dekomposisi matrik kovariansi, berikut merupakan plot diagram control dispersi pada data Fase II adalah:



Gambar 4. Plot Diagram Kontrol Dispersi Data Agustus 2007 (Fase II)

Hasil analisis diagram kontrol dispersi pada data Fase II dapat dilihat pada plot Gambar 4 dengan menggunakan $\alpha=5\%$ dan BKA sebesar 16.9190 dan BKB sebesar 0, dari 47 data subgrup terdapat 10 data pengamatan yang *out of control* (nilai statistik uji T untuk masing-masing subgrup yang *out of control* dapat dilihat pada Tabel 4).

Tabel 4. Nilai Statistik T_k Metode dekomposisi Matrik Kovariansi yang *Out of control*

Subgrup k	T	Subgrup k	T
7	17,92814	31	18,09202
16	18,71759	34	19,03171
18	18,26099	36	18,69845
21	17,24365	42	18,55367
25	16,93813	45	18,62927

Penggunaan perluasan algoritma metode dekomposisi matrik kovariansi pada pengamatan yang *out of control* tersebut dilakukan dengan penelusuran lebih lanjut untuk mengidentifikasi variabel penyebab terjadinya *out of control*. Penerapan metode dekomposisi matrik kovariansi menggunakan program Matlab R2009a. Perluasan algoritma dekomposisi dilakukan setelah penentuan pengamatan ke- k yang *out of control* pada Fase II. Dengan menggunakan BKA sebesar 16.9190 diperoleh 10 pengamatan yang *out of control* dari 47 pengamatan yang ada. Berdasarkan pengamatan yang *out of control* dianalisis untuk pengidentifikasian sinyal *out of control*, agar diperoleh kontribusi setiap variabel terhadap pengamatan yang tidak terkendali. Ringkasan nilai $Z_{j(k)}^2$ yang menyebabkan pengamatan tidak terkendali diperoleh bahwa variabel karakteristik proses pembuatan pita plastik yang menyebabkan variabilitas *out of control* adalah variabel *denier*, lebar pita, dan *elongation*. Hal tersebut kemungkinan bahwa *denier* (berat pita) dan lebar pita berpengaruh *elongation* (pengujian kemuluran pita plastik).

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa pengontrolan kualitas dilakukan dengan menggunakan metode dekomposisi MYT untuk mengontrol mean proses. Berdasarkan hasil analisis diperoleh identifikasi sinyal *out of control* yang dilakukan dengan metode dekomposisi MYT menunjukkan bahwa variabel yang menyebabkan terjadinya proses pengamatan tidak terkendali atau variabel yang menyebabkan terjadinya *out of control* adalah lebar pita. engontrolan kualitas dilakukan dengan menggunakan metode dekomposisi matrik kovariansi untuk mengontrol variabilitas proses. Berdasarkan hasil analisis diperoleh identifikasi sinyal *out of control* yang dilakukan dengan metode dekomposisi MYT menunjukkan bahwa variabel yang menyebabkan terjadinya proses pengamatan tidak terkendali atau variabel yang menyebabkan terjadinya *out of control* adalah *denier* (berat pita), lebar pita, dan *elongation* (kekuatan tarik pita). Hal tersebut kemungkinan bahwa *denier* (berat pita) dan lebar pita berpengaruh *elongation* (pengujian kemuluran pita plastik).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alt, F.B., dan Bedewi, G.E., (1986), “SPC of Dispersion for Multivariat Data”, In ASQC Qual. Congr. Trans. – Anaheim, *American Society for Quality Control*, 248-254.
- [2] Alt, F.B., dan Smith, N.D., (1988), *Multivariat Process Control*, Handbook of Statistiks, Elsevier Science Publisher B.V., Vol.7, 333-351.
- [3] Aparisi, F., dan Diaz, J.C.G., (2004), *A Multi Objective Optimization for The EWMA and MEWMA Quality Control Charts*, Handbook of Statistiks, Elsevier Science Publisher B.V., Vol.7, 333-351.
- [4] Bersimis, S., Psarakis, S., dan Parentos, J., (2007), “Multivariat Statistikal Process Control Chart”, *Journal of Quality and Reliability Engineering International*, 23, 517-543.
- [5] Chatfield, C., dan Collins, A., (1980), *Introduction to Multivariat Analysis*, Chapman and Hall, New York.
- [6] Gan, F. F., (1995), “Joint Monitoring of Process Mean and Variance Using Exponentially Weighted Moving Average Control Charts”, *Journal Technometrics*, 37, 446-453.
- [7] Hawkins, D.M., (1991), “Multivariat Quality Control Based on Regression Adjusted Variables”, *Journal Technometrics*, 33, 61-75.
- [8] Hawkins, D. M. and Zamba, K. D., (2005), “Statistikal Process Control for Shifts in Mean or Variance Using a Change-Point Formulation”, *Journal Technometrics*, 47, 164-173.

- [9] Holmes, D.S., and Mergen, A.E., (1993), "Improving The Performance of The T^2 Control Chart", *Journal Quality Engineering*, 5, 619-625.
- [10] Huwang, L., Yeh, Arthur B., and Chien-Wei, WU., (2007), "Monitoring Multivariat Process Variability for Individual Observations", *Journal of Quality Technology*, 39, 258-278.
- [11] Johnson, R.A., dan Wichern, D.W., (2002), *Applied Multivariat Statistikal Analysis*, Prentice Hall, New Jersey.
- [12] Montgomery, D.C., (2005), *Introduction to Statistikal Quality Control*, 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [13] Mason, R.L., Young, J.C., dan Tracy, N.D., (1992), "Multivariat Control Chart for Individual Observations", *Journal of Quality Technology*, 24(2), 88-95.
- [14] Mason, R.L., Young, J.C., dan Tracy, N.D., (1995), *Decomposition of T^2 for Multivariat Control Chart Interpretation*, *Journal of Quality Technology*, 27(2), 99-108.
- [15] Mason, R.L., Young, J.C., dan Tracy, N.D., (1996), "Monitoring a Multivariat Step Process", *Journal of Quality Technology*, 28(1), 39-50.
- [16] Mason, R.L., Young, J.C., dan Tracy, N.D., (1997), "A Practical Approach for Interpreting Multivariat T^2 Control Chart Signal", *Journal of Quality Technology*, 29(4), 396-406.
- [17] Mason, R.L., Young, J.C., dan Tracy, N.D., (1999), "Improving the Sensitivity of The T^2 Statistik in Multivariat Process Control", *Journal of Quality Technology*, 31(2), 155-165.
- [18] Murphy, B.J., (1987), "Selecting Out of Control Variable with The T^2 Multivariat Quality Control Procedure", *The Statistikian*, 36, 571-583.
- [19] Quesenberry, C.P., (1991), "SPC Q Chart for Start-up Processes and Short or Long Runs", *Journal of Quality Technology*, 23, 213-224.
- [20] Timm, Neil H., (1975), *Multivariat Analysis with Applications in Educations and Psychology*, WadsworthPublishing Company, Inc., United State of Amerika.
- [21] Rencer, A.C., (1993), "The Contribution of Individual Variables to Hotelling's T^2 , Wilks Lambda an R^2 ", *Journal Biometrics*, 49(2), 479-489.
- [22] Schott, James R., (1997), *Matrix Analysis for Statistiks*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- [23] Sparks, R.S., (1992), "Quality Control with Multivariat Data", *Australian Journal of Statistiks*, 34, 375-390.
- [24] Sullivan, J.H. and Woodall, W.H., (1996), "A Comparison of Multivariat Control Chart for Individual Observation", *Journal of Quality Technology*, 28, 398-408.
- [25] Tang, Pak F., dan Barnett, Neils S., (1996), "Dispersion Control for Multivariat Process", *Australian Journal of Statistiks*, 38 (3), 235-251.
- [26] Tang, Pak F., dan Barnett, Neils S., (1996), "Dispersion Control for Multivariat Process – Some Comparisons", *Australian Journal of Statistiks*, 38 (3), 253-273.
- [27] Yeh, A.B., Arthur B., Lin, D.K.J., Venkataramani, C., (2004), "Unified CUSUM Charts for Monitoring Process Mean and Variability", *Journal of Quality Technology*, 1(1), 65-86.
- [28] Yeh, A.B., Huwang, L., and Wu, C.W., (2005), "A Multivariat EWMA Control Chart for Monitoring Process Variability with Individual Observations". *IIE Transactions on Quality and Reliability Engineering*, 37, 1023-1035.