

ISSN 1412-8810



VOLUME 5 NOMOR 2 SEPTEMBER 2006
JURNAL TEKNIK



MEDIA PENGEMBANGAN ILMU DAN APLIKASI TEKNOLOGI

Asep Najmurokhman

Perancangan Sistem Robot Cerdas Berbasis Logika Fuzzy

Cucu W., Yudhi S. M.

Penjadwalan Pemetikan Teh dengan Model Program Dinamis
yang Mempertimbangkan Kualitas Pucuk
(Studi Kasus di PPTK Gambung, Ciwidey)

R. Henny Mulyani

Pengaruh Waktu *Nitrocarburizing* pada Baja *Assab XW-42*
terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro

Zaenal M., Tajudin I.

Usulan Program Peningkatan Kualitas Pelayanan
Berbasis Persepsi Pelanggan
di Apotek Ating III Dayeuh Kolot Bandung

Elin Nurlina

Uji Penggunaan Sianida sebagai Sumber Karbon dan atau Nitrogen
oleh Bakteri *Bacillus Cereus* dan *Pseudomonas Fluorescens*

Jahny Sast

Paradigma Baru Manajemen Karir

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI
BANDUNG - CIMAHI

ISSN 1412-8810

VOLUME 5 NOMOR 2 September 2006

JURNAL TEKNIK



MEDIA PENGEMBANGAN ILMU DAN APLIKASI TEKNOLOGI

- | | | |
|---|------------------------------|------------|
| | Asep Najmurokhman | 400 |
| Perancangan Sistem Robot Cerdas Berbasis Logika Fuzzy | | |
| | Cucu W., Yudhi S. M. | 410 |
| Penjadwalan Pemetikan Teh dengan Model Program Dinamis yang Mempertimbangkan Kualitas Pucuk
(Studi Kasus di PPTK Gambung, Ciwidey) | | |
| | R. Henny Mulyani | 417 |
| Pengaruh Waktu <i>Nitrocarburizing</i> pada Baja <i>Assab XW-42</i> terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro | | |
| | Zaenal M., Tajudin I. | 425 |
| Usulan Program Peningkatan Kualitas Pelayanan Berbasis Persepsi Pelanggan di Apotek Ating III Dayeuh Kolot, Bandung | | |
| | Elin Nurlina | 440 |
| Uji Penggunaan Sianida sebagai Sumber Karbon dan atau Nitrogen oleh Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> dan <i>Pseudomonas Fluorescens</i> | | |
| | Jahny Sast | 452 |
| Paradigma Baru Manajemen karir | | |

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI
BANDUNG - CIMAHI



ISSN 1412 8810
Volume 5 No. 2 September 2006

JURNAL TEKNIK

Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknologi

Penanggung Jawab:

Wasito, Ir.

Pemimpin Umum:

Jahny Sast., Ir., M. Sc.

Pemimpin Usaha:

KRHT. H. R. Hadinagoro, Ir., MT.

Pemimpin Redaksi:

Febrianto Adi Nugroho, Ir., MM.

Penyunting Ahli:

Prof. Waspodo Martojo, Ir.

Prof. Dr. Bambang Sutjiatmo, Ir.

Prof. Dr. R. J. Widodo, Ir., M. Sc.

Dr. Bambang Widyanto, Ir.

Dr. TMA. Ari Samadhi, Ir., M. Sc.

H. Moch. Memed Ir., Dipl., HE., APU., SDA.

Endang Padminingsih, Ir., M. Sc.

Penyunting Pelaksana:

Pawawoi, ST., MT. (Ketua)

Cucu Wahyudin, SPT., MT. (Sekretaris)

War'an R., ST., MT.

Yuda Bakti Z., ST., MT.

Tata Usaha:

Heri Azhari

Suwardi

Danang K.

Alamat Redaksi:

Jl. Gatot Subroto (Samping PINDAD)

Telp. (022) 7312741

Fax. (022) 7309433

Bandung

E-mail : cyu517@yahoo.com

Pengantar Redaksi

Pembaca yang budiman,

Jurnal Teknik kali ini sangat spesial dengan adanya penyunting ahli dari berbagai disiplin ilmu yang ada di fakultas teknik sehingga isi dan bobot akan meningkat. Terbitan ini memuat 5 karya tulis hasil penelitian dan sebuah tinjauan konseptual. Dari hasil penelitian, tulisan pertama diwakili dari **Jurusan Teknik Elektro** dengan judul "Perancangan Sistem Robot Cerdas Berbasis Logika Fuzzy", **Jurusan Teknik Industri**, "Penjadwalan Pemetikan Teh dengan model Program Dinamis yang Mempertimbangkan Kualitas Pucuk (*Studi Kasus di PPTK Gambung, Ciwidey*)" dan "Usulan Program Peningkatan Kualitas Pelayanan Berbasis Persepsi Pelanggan di Apotek Ating III Dayeuh Kolot Bandung", **Jurusan Teknik Metalurgi**, "Pengaruh Waktu *Nitrocarburizing* pada Baja *Assab XW-42* terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro", **Jurusan Teknik Kimia**, "Uji Penggunaan Sianida sebagai Sumber Karbon dan atau Nitrogen oleh Bakteri *Bacillus Cereus* dan *Pseudomonas Fluorescens*". Sedangkan dari tinjauan konseptual judul tulisan adalah "Paradigma Baru Manajemen Karir".

Semoga apa yang kami sajikan kali ini dapat memenuhi harapan pembaca dan peminat ilmu serta aplikasi teknologi.

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik
Universitas Jenderal Achmad Yani

September 2006

PERANCANGAN SISTEM ROBOT CERDAS BERBASIS LOGIKA FUZZY

ASEP NAJMURROKHMAN

Makalah ini memaparkan tentang klasifikasi robot dan beberapa prototipe yang pernah dirancang oleh penulis. Robot-robot tersebut meliputi manipulator, *mobile robot*, dan robot heksapoda. Sementara itu, seiring dengan kemajuan dalam bidang kendali cerdas (*intelligent control*), dibahas pula skema pengendalian gerak robot secara cerdas berbasis logika fuzzy. Penggunaan logika *fuzzy* dalam implementasi pengendalian gerak robot dipicu oleh kompleksitas yang ada dalam sistem robot, sehingga implementasi pengendali linier seperti PID tidak akan dapat menangani dinamika robot tersebut, di lain pihak, realisasi dengan pengendali non linier akan sangat rumit atau paling tidak memberi beban komputasi pada pengendalinya. Sebagai studi kasus, diuraikan perancangan dan simulasi sistem fuzzy dalam *mobile robot*. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa pendekatan logika fuzzy dalam implementasi *mobile robot* dapat mengakomodasi sisi kecerdasan dalam pengambilan keputusan gerak dari *mobile robot* tersebut berdasarkan basis aturan yang diberikan padanya.

Kata kunci : logika fuzzy, manipulator, *mobile robot*, telerobotik.

1. PENDAHULUAN

Dalam dua dekade terakhir, bidang robotika telah menarik perhatian para peneliti maupun praktisi industri. Penggunaan robot menjadi bagian tak terpisahkan dari proses otomatisasi di industri. Sementara itu, para peneliti menggunakan robot sebagai *benchmark* untuk menguji algoritma pengendalian yang lebih canggih. Robotika dapat didefinisikan sebagai bidang ilmu yang mempelajari suatu mesin atau sistem yang dapat menggantikan manusia dalam melaksanakan tugas-tugasnya, baik berupa aktivitas fisik seperti mengangkat barang, memindahkan material, dan sebagainya ataupun pembuatan keputusan terhadap suatu problem optimasi [1]. Istilah robot sendiri diperkenalkan oleh Isaac Asimov, seorang penulis fiksi ilmiah Rusia, sekitar tahun 1940-an untuk memberi label kepada mesin atau sistem yang memiliki tiga karakteristik, yaitu tidak boleh melukai manusia, menaati perintah manusia sepanjang tidak akan melukai atau mencelakakan, dan menjaga eksistensinya tanpa menimbulkan kerugian kepada lingkungannya.

Tiga karakteristik tersebut akhirnya menjadi spesifikasi dalam perancangan produk industri yang dirancang oleh *engineer* ataupun teknisi spesialis. Berdasarkan interpretasi ilmiah terhadap skenario fiksi ilmiah tersebut, robot dapat dipandang sebagai mesin yang mampu memodifikasi lingkungan tempat mesin tersebut beroperasi. Hal tersebut dihasilkan melalui aksi pergerakan yang dikondisikan oleh beberapa aturan dari perilakunya serta melalui data yang dipersepsi oleh robot tentang status dan lingkungannya. Selanjutnya, fiksi ilmiah mempengaruhi orang-orang yang membayangkan robot sebagai humanoid yang mampu berbicara, berjalan, melihat, dan mendengar dengan wujud seperti yang terlihat dalam film *Star Wars*, *Robocop*, dan lain-lain.

Sementara itu, sudah menjadi watak manusia untuk membuat sistem yang memudahkan dirinya dalam melakukan kegiatan. Dengan pemberian algoritma yang lebih kompleks dan maju, manusia menyertakan sisi kecerdasan ke dalam sistem yang dibuat. Perubahan cara pengaturan dari manual ke otomatis merupakan salahsatu bentuk aplikasi sistem cerdas yang paling primitif. Sistem cerdas secara sederhana diartikan sebagai sistem yang mampu mengadopsi cara-cara manusia dalam pengambilan keputusan untuk mencapai tujuan. Karakteristik utama

Asep Najmurrokhman merupakan salah satu staf pengajar di jurusan Teknik Elektro UNJANI dan anggota dari Control Systems Research Group.

sistem cerdas adalah pemrosesan informasi secara paralel dan kemampuan belajar serta *associative memory*. Ada beberapa strategi untuk mewujudkan sistem cerdas, misalnya sistem pakar (*expert system*), kendali fuzzy (*fuzzy control*), jaringan syaraf tiruan (*artificial neural networks*), algoritma genetik (*genetic algorithm*), kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), dan lain-lain. Dalam makalah ini akan digunakan pendekatan logika fuzzy dalam mengimplementasikan sistem cerdas.

Menurut literatur, sistem fuzzy (artinya sistem cerdas berbasis logika fuzzy) sudah diterapkan dalam berbagai bidang mulai dari pengendalian, pemrosesan sinyal, komunikasi, pembuatan IC, dan sistem pakar dalam bisnis, kedokteran, dan psikologi. Sistem Fuzzy dapat dipakai sebagai pengendali *open-loop* ataupun *closed-loop*. Apabila digunakan sebagai pengendali *open-loop*, sistem fuzzy biasanya membuat beberapa parameter pengendalian dan kemudian sistem beroperasi sesuai dengan parameter tersebut. Banyak aplikasi dalam elektronika konsumen berada dalam kategori ini. Jika digunakan sebagai pengendali *closed-loop*, sistem fuzzy mengukur output proses dan kemudian menghasilkan aksi pengendalian pada proses secara kontinu. Beberapa aplikasi tersebut diantaranya mesin cuci fuzzy produk Matsushita Electric Industrial Company di Jepang sekitar tahun 1990, *digital image stabilizer* produk Matsushita untuk menstabilkan gambar apabila tangan bergerak saat memotret menggunakan kamera perekam (camcorder atau kamera digital), transmisi otomatis fuzzy yang menghemat bahan bakar 12 - 17 % pada mobil Nissan, sistem omnibus fuzzy yang mengatur transmisi otomatis mobil, suspensi, traksi, *four-wheel steering*, *four-wheel drive*, dan pengkondisi udara (AC = air conditioner) produk Mitsubishi di tahun 1992, dan lain-lain [2].

2. KLASIFIKASI ROBOT

Russel and Norvig [3] membagi tipe robot ke dalam tiga kategori, yaitu manipulator, *mobile robot*, dan *humanoid robot*. Sebuah manipulator, disebut juga lengan robot, adalah struktur mekanik berupa sambungan antar sendi (*joint*) yang memungkinkan *end effector*nya berada di setiap posisi dalam bidang kerjanya. Dewasa ini, manipulator digunakan secara luas di industri manufaktur. Sementara itu, *mobile robot* adalah robot yang mampu menjangkau lingkungan

sekitarnya karena dilengkapi dengan roda, kaki, atau mekanisme yang serupa dengan kaki, sedangkan *humanoid robot* adalah *mobile robot* yang dilengkapi dengan manipulator dan seringkali dibuat mirip makhluk hidup, seperti manusia, anjing, atau serangga [4]. Robot ASIMO dikembangkan untuk menduplikasi manusia dan mampu melakukan tugas-tugas manusia. Robot AIBO adalah robot mirip anjing, sedangkan robot heksapoda (robot berkaki enam) dibuat untuk meniru serangga dan arthropoda dalam bentuk dan fungsinya. Robot heksapoda ini dalam perkembangan ilmu dan teknologi robotika sebenarnya merupakan awal penelitian untuk menciptakan robot berkaki [5].

Ada sejumlah sistem yang memanfaatkan konsep tertentu dalam teknologi robot, sehingga seringkali agak keliru apabila disebut sebagai robot [6], yaitu *exoskeletons* dan *telecheric*. *Exoskeletons* adalah perangkat mekanis yang dibuat melingkupi anggota tubuh manusia atau kerangka tubuh manusia. Karena sistemnya tidak dapat bergerak secara bebas, maka *exoskeletons* tidak dapat diklasifikasikan sebagai robot. Sementara itu, *telecheric* atau teleoperator adalah peralatan yang memungkinkan sebuah manipulasi atau pemindahan material dan/atau perkakas terjadi dari jarak tertentu seorang operator. Meskipun mekanisme *telecheric* menggunakan aktuator, yang biasanya dikendalikan secara lingkaran tertutup (*closed loop*), sistem tersebut bukanlah robot karena memerlukan intervensi manusia untuk mendapatkan keputusan yang sesuai tentang kecepatan dan posisi. Salah satu aplikasi teleoperator atau *telecheric* yang pernah digunakan saat Perang Dunia II dimanfaatkan untuk menangani bahan radioaktif pada jarak yang aman. Dewasa ini, konsep *telecheric* diarahkan menuju telerobotik. Sistem telerobotik adalah sistem robotik yang dapat dikendalikan dari jarak jauh tanpa menghilangkan kemampuan mandiri [5]. Sistem tersebut diterapkan misalnya dalam teleoperasi berupa operasi (*surgery*) bagian tubuh manusia yang dilakukan dengan robot tetapi dengan panduan atau kendali dari dokter ahli bedahnya. Aplikasi lainnya berupa robot pencari bom yang dikendalikan dari jarak jauh untuk mengurangi tingkat bahaya yang terjadi akibat ledakan bom.

2.1 Manipulator

Sebuah model manipulator satu sendi diperlihatkan pada Gambar 1. Hubungan besaran dan parameter robotnya dinyatakan oleh persamaan berikut

$$M\ddot{q} = \tau - F_D\dot{q} - mgl \cos q \quad (1)$$

dengan q menyatakan sudut sendi, F_D adalah koefisien gesekan atau redaman mekanis, dan τ menandai torsi yang dihasilkan oleh aktuator. Dalam bentuk lain,

$$\tau = M\ddot{q} + F_D\dot{q} + mgl \cos q \quad (2)$$

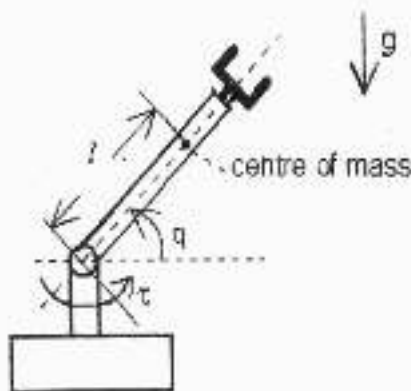
sedangkan persamaan geraknya dinyatakan oleh persamaan berikut

$$\ddot{q} = M^{-1}(\tau - F_D\dot{q} - mgl \cos q) \quad (3)$$

Terlihat bahwa untuk manipulator sederhana tersebut, dinamikanya berbentuk non linier yang ditandai dengan suku trigonometris. Untuk manipulator dengan sendi lebih dari satu, dinamikanya dinyatakan oleh bentuk berikut

$$\tau = M(q)\ddot{q} + b(q, \dot{q}) \quad (4)$$

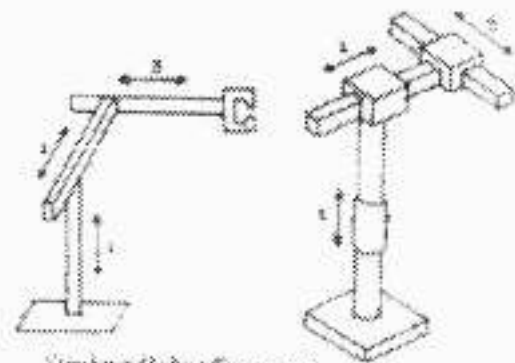
dengan $M(q)$ menandai inersia total robot yang bergantung kepada sudut sendi q .



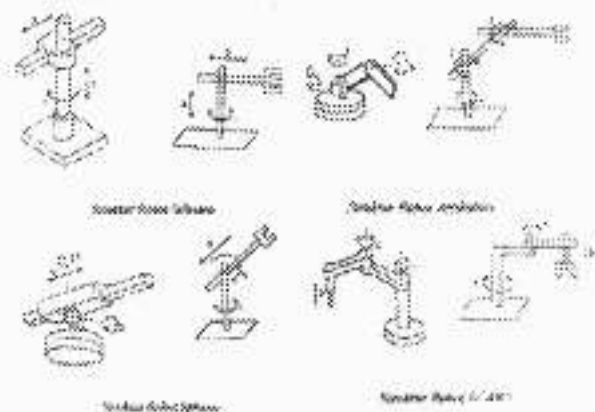
M: inertia due to joint
m: mass

Gambar 1. Model manipulator satu sendi

Pemodelan manipulator serta prototipe pengendaliannya dilaporkan dalam makalah [7]. Sementara itu berdasarkan struktur sumbu koordinatnya, manipulator dibagi menjadi lima kelas, yaitu kartesian, silindris, artikulasi, spheris, dan SCARA (*Selective Compliance Articulated / Assembly Robot Arm*) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.



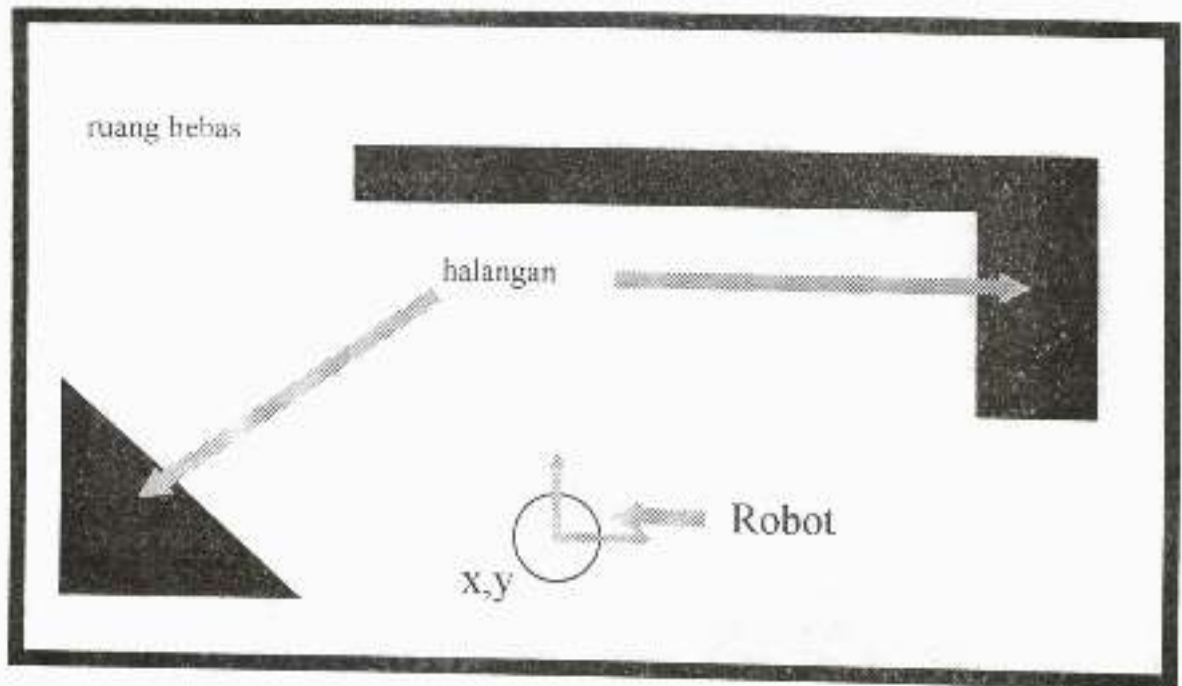
Struktur Robot Kartesius



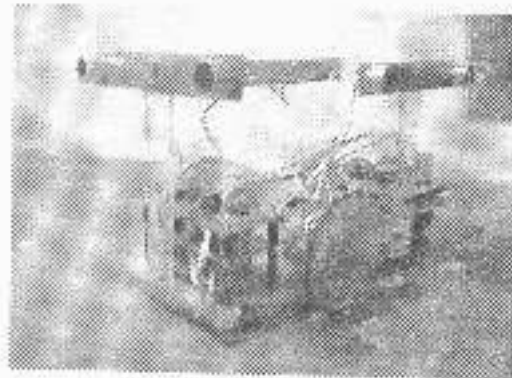
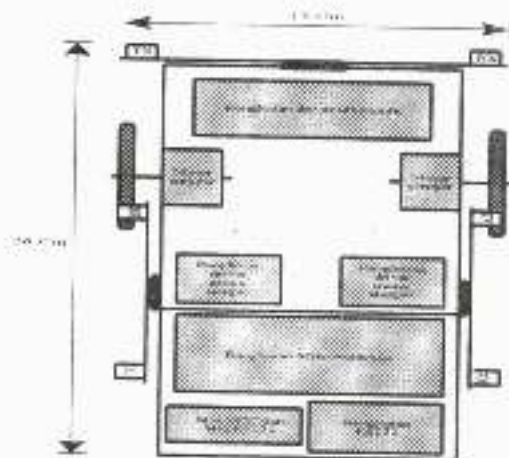
Gambar 2. Tipe manipulator [5]

2.2 Mobile Robot

Sebuah mobile robot bergerak melintasi dan mengatasi lingkungan sekitarnya dengan mekanisme gerak menggunakan roda atau kaki. Pengendalian dalam *mobile robot* dilakukan supaya robot mampu mengatasi halangan di depannya dengan tindakan berbelok ke arah yang memungkinkan serta bergerak maju. Lingkungan yang harus bisa diatasi oleh *mobile robot* diperlihatkan pada Gambar 3. Kondisi lingkungan yang dinamis serta mekanisme gerak yang disusun oleh komponen non linier (seperti roda gigi dan gesekan antar mekanis) menyebabkan model matematika dari *mobile robot* dan pengendaliannya sulit diturunkan. Prototipe *mobile robot* yang pernah dibuat oleh penulis diperlihatkan pada Gambar 4 dan dilaporkan dalam makalah [8].



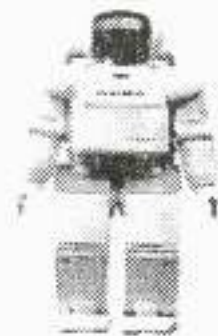
Gambar 3. Lingkungan *mobile robot*



Gambar 4. Prototipe *mobile robot*

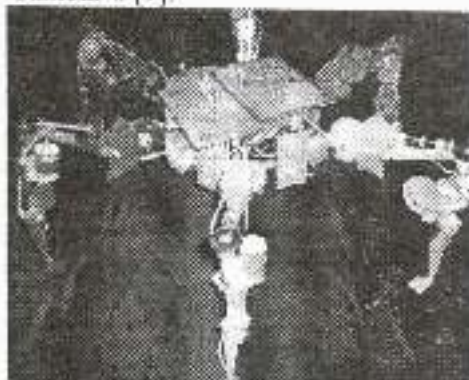
2.3 Robot Humanoid

Tipe robot ini mengadopsi bentuk dan kemampuan yang dimiliki oleh manusia atau binatang, misalnya robot-robot yang ada dalam film Star Wars. Dewasa ini, perusahaan HONDA membuat robot ASIMO yang dikembangkan terus sehingga memiliki kemampuan menjawab salam, bergerak naik turun tangga, menentukan jenis minuman yang harus diambil berdasarkan permintaan pemilik, bermain musik, dan lain-lain [5] Bentuk ASIMO diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. ASIMO

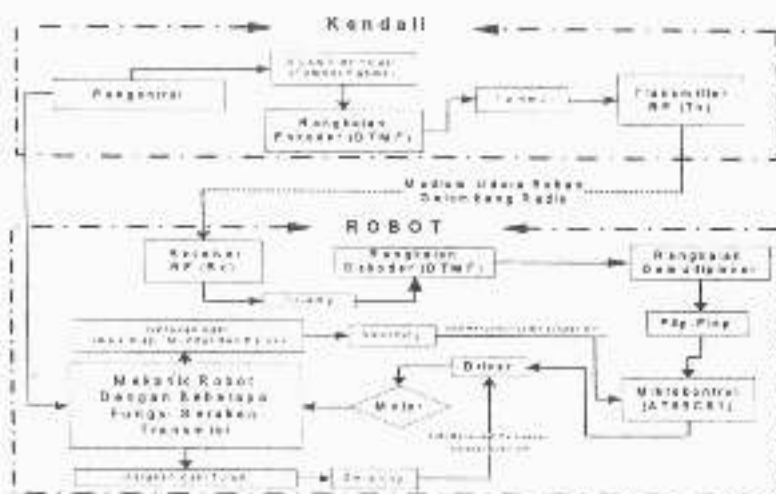
Selain itu, beberapa laboratorium riset di Jepang mengembangkan robot berbentuk serangga (misalnya laba-laba) atau reptil (misalnya bentuk ular). Prototipe robot serangga berkaki enam (heksapoda) yang pernah dibuat diperlihatkan pada Gambar 6 [9].



Gambar 6. Prototipe Robot Heksapoda

2.4 Telerobotik

Telerobotik didefinisikan sebagai proses pengendalian gerak robot dari jarak jauh. Sistem tersebut berguna dalam implementasi robot untuk membantu manusia mendeteksi bahan radio aktif, daerah berbahaya yang mengandung bom, atau robot yang bisa bermain bola (*robosoccer*) [10]. Prototipe robot heksapoda di atas juga telah diimplementasikan dengan konsep telerobotik, yaitu dengan memanfaatkan *joystick* (*keypad*) untuk menggerakkan robot ke depan, mundur, dan naik turun tangga. Persoalan kritis dalam perancangan ini adalah koordinasi gerak 6 kaki robot. Diagram blok konsep telerobotik yang telah dibuat diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram blok Telerobotik

3. LOGIKA FUZZY

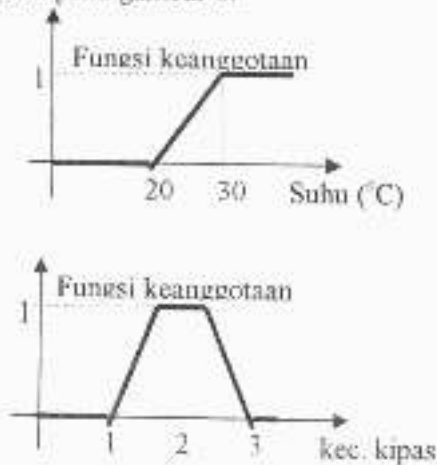
Telah dilaporkan oleh banyak peneliti, sistem berbasis aturan fuzzy adalah *tools* yang cukup penting dalam pemodelan sistem-sistem yang kompleks [2, 4, 8, 11]. Karena sistem berbasis aturan fuzzy mengandalkan pada basis pengetahuan, sistem tersebut cocok untuk memecahkan problem dalam sistem yang kompleks yang umumnya non linier, berubah waktu, dan stokastik. Basis pengetahuan tersebut dihasilkan dari pengalaman perancang atau operator, kepakaran peneliti, atau sekumpulan data referensi yang telah dioptimalisasi dengan metode optimasi modern, seperti yang digunakan dalam algoritma jaringan syaraf (*neural network*) atau algoritma genetic. Konsep tersebut telah berhasil diterapkan dalam hampir seluruh bidang

aplikasi pengendalian (*control*). Sejak diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh tahun 1965, teori fuzzy dan aplikasinya saat ini sudah berkembang sedemikian mapan yang dibuktikan dengan implementasi berbasis logika fuzzy dalam bidang kendali proses di industri, peralatan elektronika rumah tangga, elektronika medika, dan lain-lain [2].

Sistem Fuzzy adalah sistem berbasis pengetahuan atau sistem berbasis aturan. Jantung sistem fuzzy adalah basis pengetahuan yang terdiri atas aturan JIKA-MAKA fuzzy. Aturan JIKA-MAKA fuzzy adalah sebuah pernyataan JIKA-MAKA dalam bentuk kalimat yang dikarakterisasi oleh fungsi keanggotaan. Sebagai contoh, kalimat berikut adalah aturan JIKA-MAKA fuzzy :

JIKA suhu udara dalam ruangan tinggi, **MAKA** putar kipas dengan cepat¹⁵⁾

dengan kata "tinggi" dan "cepat" dicirikan oleh fungsi keanggotaan (*membership function*) seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Fungsi keanggotaan "tinggi" dan "cepat"

Sebagai contoh, misalkan ingin dirancang sebuah pengendali untuk mengatur kecepatan mobil secara otomatis. Secara konseptual, ada dua pendekatan untuk merancang pengendali seperti itu, yaitu melalui teori konvensional semisal pengendali PID atau melalui emulasi supir manusia dengan cara mengubah aturan-aturan yang digunakan oleh supir ke dalam pengendali otomatis. Seorang supir dalam kondisi normal

kira-kira akan memiliki tiga tipe aturan dalam mengendarai mobilnya, yaitu :

JIKA kecepatan rendah, MAKA pedal gas diinjak kuat

JIKA kecepatan sedang, MAKA pedal gas diinjak normal¹⁶⁾

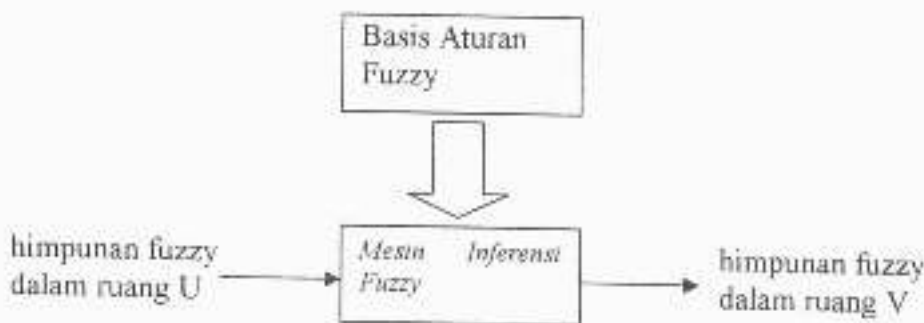
JIKA kecepatan tinggi, MAKA pedal gas diinjak sedikit

dengan "rendah", "sedang", "tinggi", "kuat", "normal", dan "sedikit" dicirikan oleh fungsi keanggotaan seperti gambar di atas. Tentu saja dalam kenyataannya mungkin diperlukan lebih banyak lagi aturan. Sebuah sistem fuzzy dirancang berdasarkan aturan-aturan tersebut. Karena sistem fuzzy digunakan sebagai pengendali, maka pengendalinya disebut pengendali fuzzy (*fuzzy controller*)

Titik awal membangun sistem fuzzy adalah mendapatkan koleksi aturan JIKA-MAKA fuzzy dari kepakaran manusia atau berdasarkan *domain knowledge*. Langkah berikutnya adalah menggabungkan aturan tersebut menjadi sistem tunggal. Ada tiga tipe sistem fuzzy yang biasa digunakan dalam literatur, yaitu :

- a) sistem fuzzy murni
- b) sistem fuzzy Takagi-Sugeno-Kang (TSK)
- c) sistem fuzzy dengan pemfuzzifikasi (*fuzzifier*) dan pendefuzzifikasi (*defuzzifier*)

Konfigurasi dasar sistem fuzzy murni diperlihatkan dalam gambar 9.



Gambar 9. Sistem Fuzzy Murni

Basis aturan fuzzy menyatakan koleksi aturan JIKA-MAKA fuzzy. Mesin inferensi fuzzy menggabungkan aturan-aturan JIKA-MAKA fuzzy ke dalam sebuah pemetaan dari himpunan fuzzy dalam ruang input U ke himpunan fuzzy dalam ruang output V berdasarkan prinsip logika

fuzzy. Masalah utama dalam sistem fuzzy murni adalah bahwa input dan outputnya berbentuk himpunan fuzzy (yaitu dalam bentuk kata-kata dalam bahasa alami), padahal dalam sistem keteknikan input dan outputnya berupa variabel bernilai nyata (*real*). Untuk memecahkan masalah

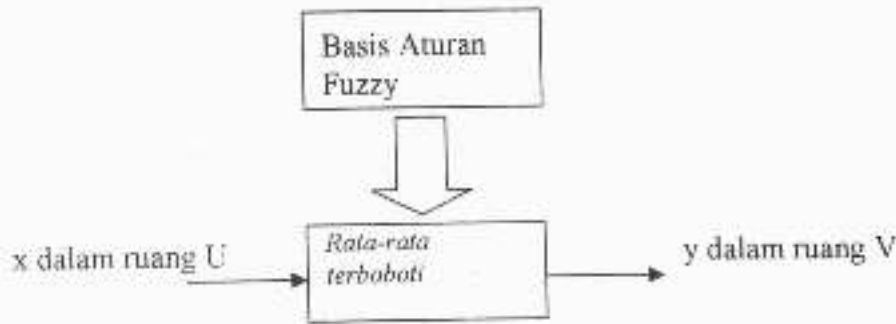
ini. Takagi, Sugeno, dan Kang (tahun 1988) mengusulkan sistem fuzzy lain yang input dan outputnya berupa variabel real.

Aturan dalam TSK mengikuti aturan dalam format berikut

JIKA suhu (x) dalam ruangan tinggi
MAKA kecepatan putar kipas $y = cx$ ⁽¹⁵⁾

dengan "tinggi" bermakna sama dengan sebelumnya dan c adalah konstanta. Dengan

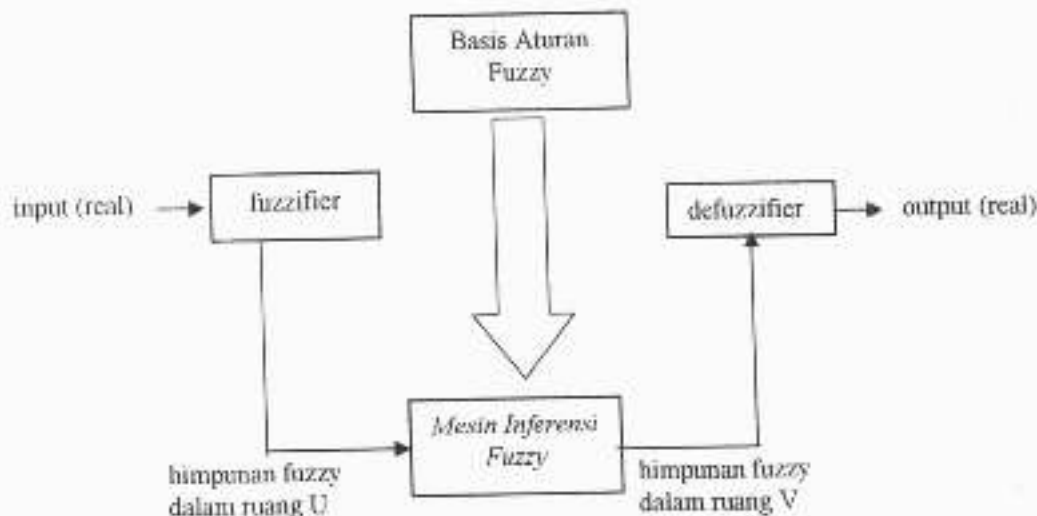
membandingkan aturan (1) dan (3), tampak bahwa bagian MAKA dari aturan berubah dari deskripsi dengan menggunakan kata-kata dalam bahasa alami menjadi sebuah formula matematis sederhana. Hal ini mempermudah dalam menggabungkan aturan. Sebenarnya, sistem fuzzy TSK berupa rata-rata terboboti (*weighted average*) dari nilai pada bagian MAKA aturan fuzzynya. Konfigurasi dasar TSK diperlihatkan dalam gambar 11.



Gambar 11. Sistem Fuzzy TSK.

Masalah utama dalam sistem fuzzy TSK adalah bagian MAKA-nya berupa formula matematis sehingga tidak menyediakan kerangka alami untuk menyatakan pengetahuan manusia, serta tidak begitu bebas menerapkan prinsip yang berbeda-beda dalam logika fuzzy sehingga keunggulan sistem fuzzy tidak dinyatakan dengan baik dalam kerangka ini. Untuk memecahkan masalah ini, diperkenalkan tipe ketiga sistem fuzzy yang mengandung pemfuzzifikasi dan pendefuzzifikasi.

Untuk memanfaatkan sistem fuzzy murni dalam keteknikan, metode sederhananya adalah dengan menambahkan pemfuzzifikasi yang akan mentransformasikan variabel bernilai real ke dalam himpunan fuzzy terhadap input serta menambahkan pendefuzzifikasi yang mentransformasikan himpunan fuzzy ke dalam variabel bernilai real terhadap output. Hasilnya adalah sistem fuzzy dengan pemfuzzifikasi dan pendefuzzifikasi seperti gambar 12



Gambar 12. Sistem Fuzzy dengan Fuzzifier dan Defuzzifier

Sistem fuzzy ini mengatasi kelemahan sistem fuzzy murni dan sistem fuzzy TSK. Dalam prakteknya, setiap disebut sistem fuzzy biasanya merujuk ke tipe terakhir.

4. PERANCANGAN SISTEM FUZZY DALAM ROBOT

Sesuai dengan uraian sebelumnya, implementasi sistem fuzzy bergantung kepada klasifikasi robot yang digunakan. Secara umum, langkah-langkah implementasinya adalah sebagai berikut

a) Mendefinisikan variabel input dan output
 Pendefinisian variabel input dan output untuk pengendali fuzzy dilakukan untuk memudahkan analisis pengendaliannya. Misalnya untuk manipulator, variabel inputnya bisa berupa posisi benda yang harus dipindahkan atau yang harus dituju, sedangkan outputnya bisa berupa kecepatan gerak dari lengan robot. Pada mobile robot, variabel input berupa jarak halangan dengan robot yang informasinya didapat dari sensor, sedangkan outputnya bisa berupa aksi motor dan kecepatan gerak robot.

b) Menentukan pernyataan linguistik (*linguistic term*)

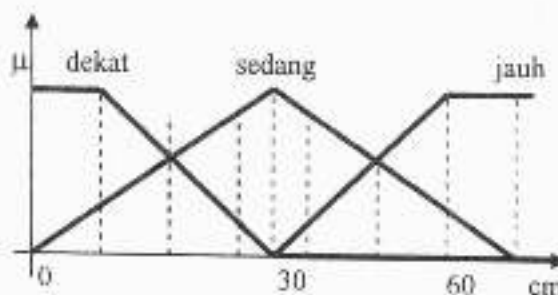
Pernyataan linguistik (*linguistic term*) merupakan variabel yang digunakan untuk menyatakan daerah-daerah himpunan pada fungsi keanggotaan himpunan fuzzy. Sebagai contoh, ungkapan linguistik untuk posisi benda adalah sangat dekat, dekat, sedang, jauh, dan sangat jauh. Sementara itu, pernyataan linguistik untuk kecepatan misalnya lambat, medium, cepat, dan sangat cepat. Jumlah pernyataan linguistik yang dibuat bergantung kepada perancang dan tingkat kompleksitas sistem yang ada.

c) Menentukan fungsi keanggotaan (*membership function*).

Sama halnya dengan pernyataan linguistik, fungsi keanggotaan untuk masing-masing variabel fuzzy bersifat subjektif dan bergantung kepada pengalaman dan tingkat kepakaran perancang. Gambar 13 memperlihatkan contoh penentuan fungsi himpunan keanggotaan variabel posisi

mobile robot ke penghalang. Pernyataan linguistik untuk jarak mobile robot ke penghalang dinyatakan oleh ungkapan dekat, sedang, dan jauh. Justifikasi bentuk fungsi keanggotaan untuk pernyataan linguistik tersebut kira-kira dinyatakan sebagai berikut :

- dekat : jarak mobile robot ke penghalang kurang dari 30 cm
- sedang : jarak mobile robot ke penghalang sekitar 30 cm
- jauh : jarak mobile robot ke penghalang lebih dari 30 cm



Gambar 13. Fungsi keanggotaan jarak

d) Menentukan Aturan Fuzzy (*Fuzzy Rules*)

Bagian ini merupakan inti dari sistem fuzzy, yaitu berupa sekumpulan aturan pengambilan keputusan dalam pengendali fuzzy-nya. Sebagai contoh, aturan fuzzy untuk merealisasikan pengendalian gerak *mobile robot* adalah sebagai berikut :

- JIKA input dekat, MAKA output lambat
- JIKA input sedang, MAKA output agak cepat
- JIKA input jauh, MAKA output sangat cepat

5. REALISASI DAN SIMULASI PENGENDALI LOGIKA FUZZY DALAM MOBILE ROBOT.

Sebagai studi kasus, makalah ini menguraikan tentang perancangan sistem robot cerdas berbasis logika fuzzy pada *mobile robot* seperti pada gambar 4. Pada mobile robot tersebut variabel input untuk pengendaliannya berupa data jarak antara robot dengan penghalang (*obstacle*) yang diukur melalui sensor ultrasonik. Pernyataan linguistik untuk variabel input ini adalah dekat (untuk jarak kurang dari 30 cm),

sedang (untuk jarak sekitar 30 cm), dan jauh (untuk jarak lebih dari 30 cm). Fungsi keanggotaan masing-masing variabel input tersebut digambarkan seperti pada gambar 13. Sementara itu, variabel output sistemnya berupa kecepatan gerak dari robot dengan pernyataan linguistik lambat, agak cepat, dan sangat cepat yang direalisasikan dengan mengatur putaran motor listrik yang dipakai untuk menggerakkan roda dari *mobile robot* tersebut. Misalnya fungsi keanggotaan untuk pernyataan linguistik lambat adalah kecepatan gerak mobile robot di antara 5 – 15 cm/s, agak cepat sekitar 30 cm/s, dan sangat cepat untuk gerak mobile robot di atas 45 cm/s. Basis aturan fuzzynya diberikan oleh kumpulan pernyataan JIKA MAKA berikut

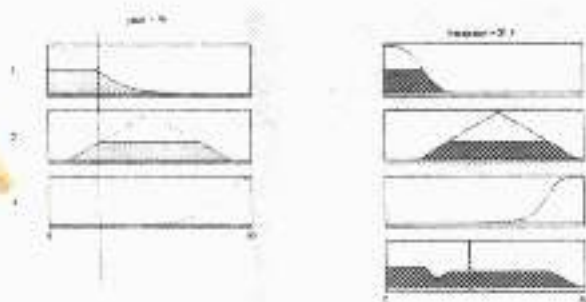
JIKA jarak ke penghalang dekat, MAKA kecepatan gerak robot lambat

JIKA jarak ke penghalang sedang, MAKA kecepatan gerak robot agak cepat

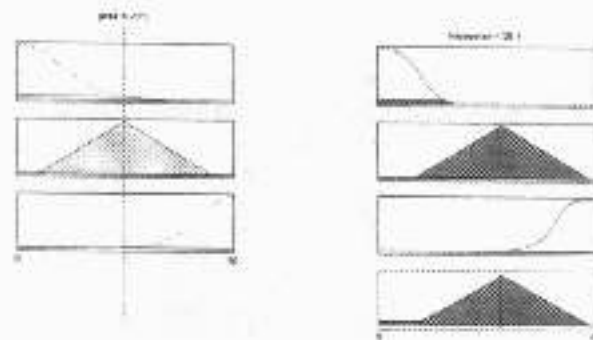
JIKA jarak ke penghalang jauh, MAKA kecepatan gerak robot sangat cepat

Model sistem fuzzy yang dibangun dengan aturan seperti itu dikenal sebagai sistem fuzzy tipe Mamdani [2].

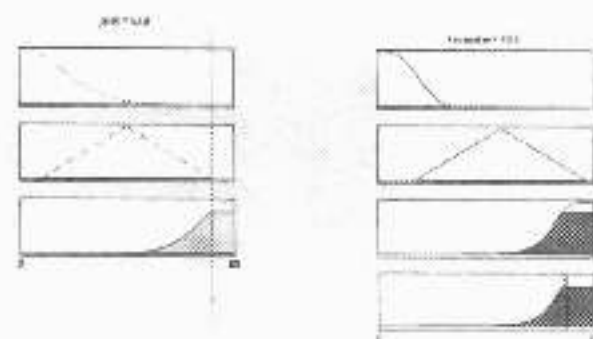
Dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB dapat disimulasikan beberapa kondisi kecepatan gerak mobile robot bergantung jaraknya ke penghalang seperti diperlihatkan pada Gambar 14, 15, dan 16.



Gambar 14. Jarak dekat, gerak lambat



Gambar 15. Jarak sedang, gerak agak cepat



Gambar 16. Jarak jauh, gerak sangat cepat

Hasil simulasi tersebut memperlihatkan bahwa gerak mobile robot dapat dikatakan efektif dan efisien. Pada saat jaraknya ke penghalang sangat jauh, maka robot bergerak sangat cepat. Kecepatannya akan bergradasi menurun, seiring dengan jarak yang semakin dekat ke penghalang. Hal tersebut secara heuristik, sama dengan kondisi pada saat seseorang berkendara. Saat lalu lintas kosong atau di jalan tol, pengendara akan memacu kendaraannya. Ketika menemukan kendaraan lain di depannya, pengendara akan menurunkan kecepatannya supaya tidak menabrak kendaraan lainnya. Sementara itu, pada waktu macet atau dalam antrian, artinya jarak antar kendaraan sangat dekat, maka pengendara akan melambatkan kendaraannya.

5. PENUTUP

Telah diuraikan klasifikasi robot beserta problem yang muncul untuk setiap kelasnya. Setiap tipe robot memiliki kompleksitas masing-masing. Secara umum, dinamika geraknya berbentuk non linier, sehingga pendekatan analitis untuk memecahkan problem dalam gerak robot cukup sulit. Untuk mengatasi hal tersebut, pendekatan sistem cerdas berbasis logika fuzzy memberikan solusi alternatif terhadap kerumitan

pemodelan dan pemecahan analitis terhadap problem yang dihadapi. Langkah-langkah untuk menerapkan sistem fuzzy pada robot juga telah diuraikan. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam kaitan implementasi tersebut adalah penentuan variabel input-output, variabel linguistik dan fungsi keanggotaannya, serta basis aturan fuzzy. Sebagai ilustrasi telah diperlihatkan bagaimana pengendali logika fuzzy yang diterapkan pada kasus mobile robot berhasil mengadopsi cara pengendaraan dalam berkendara.

Penelitian yang telah dan sedang dikembangkan adalah meningkatkan kualitas prototipe mobile robot yang ada sehingga memenuhi performansi yang diinginkan serta menguji algoritma fuzzy untuk kelas robot lainnya. Pengujian dengan berbagai tipe sistem fuzzy juga menjadi bagian penelitian lainnya. Integrasi dengan strategi sistem cerdas lainnya seperti jaringan syaraf tiruan merupakan penelitian menarik dalam rangka mewujudkan sistem neurofuzzy yang juga menjadi perhatian peneliti akhir-akhir ini⁽¹¹⁾.

Referensi

- [1] L. Sciavico and B. Siciliano. Model and Control of Robot Manipulator (2nd Ed.), Springer, London, 1996.
- [2] Wang, Li-Xin, A Course in Fuzzy Systems and Control. New Jersey : Prentice-Hall Int. Inc., 1997.
- [3] S. Russell and P. Norvig. Artificial Intelligence : A Modern Approach (2nd edition) New Jersey : Prentice-Hall Int. Inc., 2003.
- [4] S. Rafiuddin. Biomimetic Control Methods for Nonholonomic Mobile Robots, PhD Dissertation in Graduate School of Science and Engineering, Saga University, JAPAN, March 2005.
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Telerobotics> diakses tgl 16 Mei 2006 pukul 10.00.
- [6] R. D. Klafter, et. al. Robotic Engineering : An Integrated Approach. New Jersey : Prentice Hall Int. 1989.
- [7] Najmurokhman, A., dkk. A Dynamic Model and Control of A Robot Arm. Proceedings of Conference on Design and Application Technology 30 August 2004, Hotel Novotel Surabaya, pp. 71 - 80.
- [8] Najmurokhman, A. Implementasi Pengendali Logika Fuzzy pada Prototipe Mobile Robot. Prosiding Seminar Nasional "Intelligent Control for Manufacturing Systems" 23 Juli 2005, Kampus UII Jogjakarta, pp 25 - 31.
- [9] Najmurokhman, A., dkk. Konsep dan Desain Telerobotik. Prosiding Seminar Nasional "Sain dan Teknologi dalam Penanganan Energi" 27 Mei 2006, Hotel Horison, Bandung.
- [10] Sakti, I., dkk. Sistem Vision pada Robot Soccer. Prosiding Konferensi Nasional Mekatronika 27 - 28 Juli 2006, Kampus LIPI Bandung.
- [11] B. Lazzerini, et. al. A Neuro-Fuzzy Approach to Hybrid Intelligent Control. *preprint*. 2006.
- [12] Shimizuhiro, W., et. al., Behavior Control Method by Multi-Layered Fuzzy Rule for Autonomous Mobile Robot with Multiple Omnidirectional Vision System. Proc. of The Fourth International Symposium on Human and Artificial Intelligence Systems 2004, pp. 283 - 288, 2004.
- [13] Ashokaraj, I., et. al., A Fuzzy Logic Approach in Feature Based Robot Navigation using Interval Analysis and UKF, 23rd International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIS) 2004, pp. 808 - 813, 2004.
- [14] Aekaterinidis, et. al., An Interface System for Real Time Mobile Robot Environment Mapping using Sonar Sensors", WSEAS *Transaction on Systems* vol. 4 no. 2, pp. 927 - 933, Oct 2003.

PENJADWALAN PEMETIKAN TEH DENGAN MODEL PROGRAMA DINAMIS YANG MEMPERTIMBANGKAN KUALITAS PUCUK (Studi Kasus Di PPTK Gambung, Ciwidey)

Oleh :

Cucu Wahyudin*

Yudhi Sodikin Ma'ruf**

Penerapan aturan gilir petik di PPTK Gambung berlaku untuk semua blok yaitu berkisar antara 9 – 10 hari sekali. Hal ini menjadi salah satu sebab sering tidak terpenuhinya rencana produksi baik dari aspek kuantitas maupun kualitas teh, karena perbedaan ketinggian tempat dan umur pangkas diantara blok – blok kebun tersebut, menyebabkan kecepatan pertumbuhan pucuk teh juga berbeda – beda. Oleh karenanya diperlukan aturan gilir petik yang sesuai dengan pertumbuhan pucuk teh.

Untuk itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menyusun jadwal pemetikan yang dapat meminimalkan biaya pemetikan teh. Optimasi penjadwalan ini dilakukan dengan cara pemilihan blok pemetikan secara tepat, sesuai pola penurunan kualitas pucuk.

Dua tahap pemecahan masalah diperlukan untuk memecahkan masalah di atas. Tahap pertama adalah pencarian pola penurunan kualitas pucuk yang sesuai ketinggian tempat dan umur pangkas masing – masing kelompok blok kebun. Selanjutnya pola penurunan kualitas pucuk tersebut digunakan untuk menentukan biaya penurunan kualitas pucuk teh, dan biaya akibat tersisanya pucuk teh di kebun, yang merupakan komponen dari total biaya pemetikan selain biaya langsung pemetikan. Tahap yang kedua adalah menyusun model penjadwalan pemetikan yang dapat meminimalkan total biaya pemetikan dan penurunan kualitas pucuk teh. Formulasi matematik yang dipakai adalah program dinamis, model ini merupakan modifikasi dari model persediaan produksi dinamis.

Penerapan model penjadwalan pemetikan menggunakan *rolling schedule*, yaitu selang waktu penjadwalan setiap 3 hari sekali yang disesuaikan dengan kecepatan pertumbuhan pucuk teh. Hasil penjadwalan pemetikan untuk 3 hari pertama (N = 3 pertama) didasarkan pada rencana pemetikan. Total biaya pemetikan sampai periode 3 hasil penerapan model adalah sebesar Rp. 8. 688. 225,- sedangkan apabila total biaya pemetikan pada rencana pemetikan sampai periode 3 dihitung, maka besarnya adalah sebesar Rp. 8. 726. 615,-. Hasil penerapan model memperlihatkan penurunan total biaya pemetikan. Meskipun penurunan total biaya pemetikan relatif kecil, tetapi dengan penerapan model tersebut target kualitas teh yang dipetik lebih mudah dicapai, dan penurunan kualitas pucuk teh yang tersisa di kebun dapat diminimumkan.

Keywords : Gilir Petik, Umur Pangkas, Pola Penurunan Kualitas Pucuk, Biaya Pemetikan, *Rolling Schedule*

1. Pendahuluan

Pemetikan di perkebunan teh merupakan kegiatan panen yang secara rutin

dilakukan sesuai dengan giliran petik. Tenaga yang dibutuhkan untuk memetik sekitar 70% dari jumlah tenaga kerja di lapangan. Tingginya tuntutan upah minimum regional yang naik setiap tahun menyebabkan kelangkaan tenaga kerja terutama pemetik.

Cucu Wahyuddin merupakan salah satu staf pengajar di jurusan Teknik Industri UNIAN

Yudhi Sodikin merupakan Alumni jurusan Teknik Industri

PPTK Gambung, yang menjadi lokasi penelitian adalah salah satu perusahaan yang meneliti serta mengolah tanaman teh. Dalam perencanaan produksinya, PPTK Gambung menerapkan standar kualitas tertentu. Standar pemetikan adalah kondisi atau umur pucuk yang memenuhi persyaratan untuk diolah di pabrik. Pucuk yang bagus berkisar 55 – 60 % dari keseluruhan yang dipetik. Disamping itu PPTK Gambung juga menargetkan kuantitas teh yang harus dipenuhi.

Untuk mendapatkan kualitas serta kuantitas yang diharapkan adalah dengan melakukan penjadwalan pemetikan teh dengan baik dan tepat. Penjadwalan pemetikan teh adalah salah satu upaya atau kegiatan yang dilakukan dengan melakukan pengaturan giliran petik terhadap tanaman teh. Pengaturan giliran petik ini, disesuaikan dengan kecepatan pertumbuhan pucuk, dimana kecepatan pertumbuhan pucuk dipengaruhi oleh ketinggian kebun dari permukaan laut dan umur pangkas tanaman teh. *Umur pangkas* adalah usia setelah pemangkasan terakhir terhadap tanaman teh, dimana pemangkasan merupakan salah satu usaha pemeliharaan tanaman teh tersebut.

Mekanisme penjadwalan pemetikan tanaman teh pada PPTK Gambung adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan pemetikan pada PPTK Gambung (kuantitas dan lokasi blok kebun pemetikan), direncanakan setiap bulannya untuk tiap blok berdasarkan giliran petik yang berlaku.
2. Giliran petik dilakukan antara 9 – 10 hari dari pemetikan sebelumnya.
3. Giliran petik diterapkan sama untuk semua blok kebun, dengan tujuan untuk mempermudah pengaturan jadwal pemetikan teh.
4. Jumlah pemetik disesuaikan dengan luas areal yang akan dipetik.
5. Pemetikan dilakukan dengan sistem berbaris, dimulai dari pinggir kebun yang jauh dari jalan menuju tempat penimbangan.

Adanya penerapan giliran petik yang sama untuk semua blok kebun, menjadikan kualitas pucuk teh yang dipetik seringkali tidak sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan umur pangkas sehingga kecepatan pertumbuhan pucuk tidak sama, artinya adanya pucuk yang terlalu muda atau terlalu tua. Dengan

berpatokan kepada mekanisme penjadwalan di atas maka di PPTK Gambung realisasi pemetikan sering tidak sesuai dengan yang telah direncanakan, sehingga terjadi keterlambatan pemetikan dan juga menyebabkan biaya yang tinggi untuk pemetikan. Mundurnya jadwal pemetikan pada salah satu blok yang dikarenakan adanya sisa pucuk yang belum terpetik dalam satu hari akan menyebabkan pemetikan yang dijadwalkan tidak dapat terselesaikan pada hari tersebut, sehingga akhirnya mengakibatkan mundurnya giliran petik bagi blok – blok yang lain pada hari sesudahnya. Mundurnya giliran petik tersebut akan sangat berpengaruh terhadap kualitas pucuk teh.

Untuk itu jika adanya keterlambatan pemetikan, yang tidak dapat diatasi dengan penambahan tenaga kerja, penambahan jam kerja, ataupun penggunaan alat petik, maka perlu dilakukan pengaturan kembali mengenai jadwal pemetikan secepat mungkin, sehingga dapat meminimalkan penurunan kualitas pucuk.

Keterlambatan pemetikan akan menyebabkan kerugian bagi PPTK Gambung, karena hal ini akan menyebabkan penurunan kualitas pucuk dan peningkatan biaya panen (biaya pemetikan). Biaya pemetikan yang dikeluarkan perusahaan saat ini dinilai cukup besar, sehingga perlu dilakukan pemakaian penjadwalan pemetikan yang akan menekan biaya pemetikan tersebut.

2. Metode Program Dinamis

2.1 Formulasi Model Penjadwalan Pemetikan

Model penjadwalan pemetikan yang dikembangkan didasarkan pada karakterisasi sistem di atas. Karena tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan jadwal pemetikan dengan kriteria minimasi biaya pemetikan, maka formulasi yang dipakai adalah fungsi optimisasi.

Pemilihan menggunakan metoda program dinamis didasarkan pada variabel keputusan yang bersifat dinamis. Di samping itu juga didasarkan pada kondisi permasalahan, dimana keputusan penjadwalan yang diambil tiap-tiap periode, akan mempengaruhi penjadwalan periode yang lain.

Sebagai gambaran secara ringkas adalah pemetikan hari ini dipengaruhi oleh pemetikan sebelumnya. Jika pada pemetikan sebelumnya satu blok kebun dapat diselesaikan, maka hari ini dilakukan pemetikan pada blok kebun lain yang siap petik. Tetapi jika pemetikan sebelumnya tidak dapat menyelesaikan satu blok kebun, maka pucuk yang masih tersisa tertunda pemetikannya yang mengakibatkan bertambah tuanya pucuk tersebut, dan harus diselesaikan (d lanjutkan) pemetikannya pada hari tersebut. Hal ini di samping mempengaruhi persentase pucuk teh yang memenuhi syarat pengolahan, juga mengakibatkan mundurnya pemetikan bagi blok lain yang telah direncanakan. Demikian juga hasil pemetikan hari ini akan mempengaruhi rencana pemetikan hari berikutnya.

Untuk itu diperlukan metode penjadwalan yang dapat mengoptimalkan keseluruhan periode penjadwalan atau sepanjang horison perencanaan pemetikan. Metoda yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah metode program dinamis.

2.2 Biaya-Biaya Pemetikan

Biaya-biaya yang diperhitungkan dalam pengembangan model ini adalah sebagai berikut :

1. Biaya langsung terdiri dari :
 - a. *Biaya tenaga kerja pemetik* adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan berdasarkan berat pucuk teh yang dapat dipetik oleh masing-masing pemetik. Dalam hal ini per kilogram pucuk teh yang dipetik sesuai kualitas pucuk yang dipetik dan kapasitas petik yang ditetapkan perusahaan.
 - b. *Biaya transportasi pucuk dari kebun ke pabrik*, ditentukan oleh jarak kebun ke pabrik dan jumlah truk yang diperlukan untuk mengangkut pucuk teh tersebut, dimana kapasitas 1 truk pengangkut adalah 3 - 3,5 ton. Telah diketahui pula bahwa selama ini rata-rata biaya transportasi/km adalah Rp 3.500,-.
2. Biaya atau kerugian perusahaan karena pucuk teh yang dipetik tidak sesuai kriteria kualitas yang diharapkan, yaitu MS tidak mencapai 60% atau pucuk tua lebih dari 30%. Berdasarkan pada kebijakan perusahaan tentang ketentuan upah tersebut,

maka biaya penurunan kualitas ini ditetapkan.

3. Kerugian akibat tersisanya pucuk teh kebun (tidak terselesaikan pemetikan dalam satu hari pada blok). Dengan demikian terjadi kerugian karena dengan meninggalkan pucuk tetap dikebun berarti pucuk teh tersebut akan bertambah tua. Dalam hal ini biaya tersebut dinyatakan sebagai kerugian dengan bertambah tuanya pucuk jika ditinggalkan selama 1 hari di kebun. Hal ini didasarkan pada *trend* penurunan kualitas pucuk dan ketentuan tenaga kerja pemetik.

2.3 Notasi yang dipakai dalam formulasi matematis

Notasi yang dipakai dalam formulasi matematis

a. Variabel keputusan

1. P_{ni} : Berat pucuk teh yang dipetik pada periode n , dari blok ke- i , dimana pucuk tersebut dipetik sesuai gilir petik-nya.
2. $Y_{n(a)}$: Berat pucuk teh yang dipetik pada periode n , dimana pucuk tersebut merupakan pucuk yang terlambat dipetik, sisa pemetikan periode $n-a$, blok kebun i dimana $a = 1$ atau 2 (lama keterlambatan pemetikan dihitung dari periode ke- n). Dengan nilai a ditetapkan maksimal sama dengan 2 berarti pucuk teh pada blok kebun tertentu harus dipetik, jika pucuk teh tersebut merupakan sisa pemetikan maksimal 2 hari sebelumnya, atau berarti suatu blok kebun harus selesai dipetik maksimal selama 3 hari. Jadi jika terdapat sisa pucuk teh pada hari ke-3 dari pemetikan hari ke-1, maka pucuk teh tersebut harus diprioritaskan untuk dipetik. Hal ini ditetapkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahman dalam Sukasman (1986) bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk pertumbuhan 1 *peko* (tunas) adalah 5 hari. Dengan demikian penetapan pemetikan maksimal dilakukan selama 3 hari. Dengan demikian penetapan pemetikan maksimal dilakukan selama 3 hari, adalah atas pertimbangan bahwa diperkirakan *peko* sudah mekar dalam waktu 3 hari, karena pada hari ke-5 sudah tumbuh *peko* baru.

b. Ketersediaan Pucuk

1. S_n : Pucuk teh yang tersedia pada periode n , dari blok kebun i (yang tersedia sesuai gilir petiknya) dengan : $P_{ni} \leq s_{ni}$
2. S_n : total pucuk teh yang tersedia di kebun dari seluruh blok pada periode n atau

$$s_n = \sum_{i=1}^n s_{ni} \quad (1)$$

3. $I_{(n-a)}$: pucuk teh yang tersisa dari pemerikan periode $n-a$, pada blok kebun i .
Dimana : $y_{(n-a)} \leq I_{(n-a)}$
4. $I_{(n-a)}$: total pucuk teh yang tersisa di kebun dari seluruh blok pemerikan periode $n-a$, atau

$$I_{(n-a)} = \sum_{i=1}^n I_{(n-a)i} \quad (2)$$

dimana I : jumlah

blok kebun yang dipetik

5. G_{n-1} : seluruh pucuk teh yang tersisa dari periode - periode pemerikan sebelum periode ke- n , atau
 $G_{n-1} = L_{n-1} + I_{n-1}$

$$\dots\dots\dots (3)$$

c. Pucuk yang tersisa setelah pemerikan periode n :

1. I_n : pucuk teh yang tersisa dari pemerikan periode n , pada blok kebun i atau
 $I_n = s_{ni} - P_{ni}$
2. L_n : total pucuk teh yang tersisa di kebun dari pemerikan periode n , dari seluruh blok pemerikan, atau

$$L_n = \sum_{i=1}^n I_n \quad (5)$$

3. G_n : seluruh pucuk teh yang tersisa setelah pemerikan periode ke- n , atau
 $G_n = L_n + I_n$

$$\dots\dots\dots (6)$$

d. Permintaan :

1. d_n : permintaan periode ke- n .

e. Biaya - biaya

1. $C_n(P_{ni})$: biaya langsung pemerikan pada periode n , dimana pucuk teh dipetik sesuai gilir petiknya sebesar x kg, dari blok kebun i .

2. $B_{n-a}(y_{n-a})$: biaya langsung pemerikan pada periode n , dimana pucuk teh dipetik merupakan pucuk yang terlambat dipetik yaitu sisa pemerikan periode $n-a$ sebesar y kg, dari blok kebun i .

3. Biaya Langsung Pemerikan :

- a. *Biaya tenaga kerja* (C_L), yaitu :
 $C_L = r_1 \cdot T_{(n-a)}$
 $\dots\dots\dots (7)$

Atau jika ada keterlambatan pemerikan maka digunakan persamaan

$$C_L = r_1 \cdot T_{(n-a)} \quad (8)$$

Dimana :

r_1 : upah per kg pucuk teh yang dipetik, berdasarkan kapasitas petik yang ditetapkan dari hasil analisa pucuk blok kebun i

- b. *Biaya transportasi truk dari kebun ke pabrik*

Biaya ini seperti telah dimikian sebelumnya ditentukan oleh jarak tempuh dari masing - masing blok ke pabrik dan jumlah truk pengangkut yang dibutuhkan, dengan besarnya kapasitas masing - masing truk adalah 1 - 3,5 ton (3000 - 3500 kg) pucuk teh.

Dengan demikian fungsi biaya transportasi adalah sebagai berikut :

$$C_T = \begin{cases} 0 \\ 3500 H_i \\ (2.3500) H_i \\ (3.3500) H_i \\ \dots \end{cases}$$

$$\begin{aligned} C_T &= 0 \text{ untuk } Z_i = 0 \\ C_T &= 3500 H_i \text{ untuk } 0 < Z_i \leq 3500 \text{ kg} \\ C_T &= (2.3500) H_i \text{ untuk } 3500 \leq Z_i \leq 7000 \text{ kg} \dots \\ C_T &= (3.3500) H_i \text{ untuk } 7000 \leq Z_i \leq 10500 \text{ kg} \end{aligned} \quad (9)$$

Dimana H_i : Jarak dari blok ke- i ke pabrik

Z_i : berat pucuk yang dipetik dari blok kebun i

3500 : rata - rata biaya transportasi kg / km
Dengan demikian biaya langsung pemerikan adalah biaya tenaga kerja ditambah biaya transportasi, yaitu :

- ❖ Untuk pucuk yang dipetik sesuai gilir petiknya :
 $C_{ni}(P_{ni}) = C_L + C_T \quad (10)$

- ❖ Untuk pucuk yang terlambat dipetik :
 $B_{n-a}(y_{n-a}) = C_L + C_T \quad (11)$

Dimana : C_L diberikan oleh persamaan (7)
 C_T diberikan oleh persamaan (8)

4. T_n : biaya kerugian akibat persentase pucuk yang dipetik lebih dari 30 %, dimana pucuk yang dipetik sesuai gilir perik-nya pada periode n dari blok kebun i .
5. $T_{m,i}$: biaya kerugian akibat persentase pucuk yang dipetik lebih dari 30 %, dimana pucuk yang dipetik merupakan sisa pemetikan periode n dari blok kebun i .
6. O_n : kerugian akibat tersisanya pucuk di kebun pada periode n (tidak terselesaikannya pemetikan dari satu blok dalam satu hari), dimana kerugian ini tergantung pada kecepatan pertumbuhan pucuk pada masing - masing blok kebun.
 Dengan :
 $n = 1, 2, 3, \dots, N$ (periode/hari)
 $i = 1, 2, 3, \dots, I$ (blok kebun)

Model penjadwalan pemetikan yang dikembangkan untuk permasalahan pemetikan teh ini, langkah pencarian solusinya dengan pendekatan maju (forward), karena lebih sesuai dengan kenyataan di lapangan, yaitu sisa pucuk teh di kebun yang tidak terpetik dapat diketahui pada awal periode perencanaan.

Disamping itu diketahui pula pucuk teh yang siap dipetik sesuai rencana pemetikan, dengan jumlah dan lokasinya, sehingga dengan adanya jumlah pucuk yang dibutuhkan per hari yang disesuaikan dengan ketersediaan tenaga kerja, maka akan diketahui jumlah pucuk yang tersisa di kebun.

Untuk mencapai tujuan meminimumkan biaya pemetikan maka dengan model yang dikembangkan dapat ditentukan blok - blok yang dapat dipetik pada periode berikutnya. Dengan demikian model yang dikembangkan ini dapat meminimumkan total biaya pemetikan selama waktu perencanaan pemetikan.

f. Formulasi program dinamis:

1. Fungsi tujuan : $f_n (G_n)$

Ongkos minimum pemetikan teh dari periode 1 sampai pada periode n , jika terdapat sejumlah pucuk teh yang tersisa di kebun, pada akhir periode pemetikan sejumlah G_n

$$f_n (G_n) = G_{n+1} + S_n + d_n$$

$$\text{Schingga } G_{n+1} = G_n - S_n + d_n$$

Ket :

- $f_n (G_n)$: Ongkos minimum pemetikan teh dari periode 1 sampai pada periode n
- S_n : Total pucuk teh yang tersedia di kebun dari seluruh blok pada periode n
- d_n : permintaan periode ke- n

2. Fungsi hubungan rekursif :

$$f_n (G_n) = \min \{ x_{ni} + y_{(n-i)} - d_n \} \dots \dots \dots (13)$$

Dari notasi yang ada di tabel 3.1 maka fungsi tersebut dapat diturunkan sebagai berikut :

$$S_n = \sum_{i=1}^n s_{ni}$$

• Karena $x_{ni} \in s_{ni}$ dan $s_{ni} = \sum_{i=1}^n s_{ni}$ maka x_{ni}

• dan dari persamaan $y_{(n-i)} \in I_{(n-i)}$

$$L_n = \sum_{i=1}^n l_{ni}$$

, serta dari persamaan $G_{n+1} = L_{n+1} + L_n$ maka $y_{(n-i)} \in G_{n+1}$

Sehingga Persamaan fungsi hubungan rekursif dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_n (G_n) = \min \{ x_{ni} + y_{(n-i)} - d_n \}$$

$$f_n (G_n) = \min \{ G_{n+1} + S_n - d_n \}$$

Dan sebagai variabel keputusan untuk periode berikutnya didapat perumusan masalah :

$$G_{n+1} = G_n - S_n + d_n$$

- ❖ Variabel keputusan adalah : x_{ni} dan $y_{(n-i)}$
- ❖ Asumsi khusus yang berlaku adalah :
 Tiap 1 truk digunakan oleh 1 blok kebun, sehingga kombinasi variabel keputusan yang dicari adalah dengan mengoptimalkan kapasitas truk untuk masing - masing blok kebun selama masih memungkinkan (sesuai rencana produksi dan ketersediaan pucuk teh di blok kebun yang bersangkutan).

3. Aplikasi numerik

Aplikasi model secara numerik penjadwalan waktu pemetikan untuk Bulan April 2005 di PPTK Gambung ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rolling Schedule Pemetican Blok Ubara PPTK Gambung untuk
 $N = 3$ Pertama, $N = 3$ Kedua dan $N = 3$ Ketiga

Nama Blok	Tanggal (Hari / Kg)				
	4	5	6	7	8
A ₄	2000				
A ₁		2000	6500		
A ₆	8000	6000			
A ₅			1500		
Permintaan	10000	8000	8000		
A ₈		4550			
A ₁		3450		1550	
A ₅			3500		
A ₆			4500		
A ₃				4450	
Permintaan		8000	8000	6000	
A ₈			285		
A ₁				2741	2785
A ₅			3215		
A ₆			4500		
A ₃				3259	2215
A ₁₁					1500
Permintaan			8000	6000	6500

4. Kesimpulan

Dari hasil penjadwalan pemetican diatas, didapat total biaya pemetican sampai periode 3 hasil penerapan model adalah sebesar Rp. 8. 688. 225,- sedangkan apabila total biaya pemetican pada rencana pemetican sampai periode 3 dihitung, maka besarnya adalah sebesar Rp. 8. 726 615,-. Dari hasil penerapan model memperlihatkan penurunan total biaya pemetican sebesar Rp 38.390,-. Meskipun penurunan total biaya pemetican relatif kecil, tetapi dengan penerapan model tersebut target kualitas teh yang dipetik lebih mudah dicapai, dan penurunan kualitas pucuk teh yang tersisa di kebun dapat diminimumkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisewojo, R.S, " *Bercocok Tanam Teh (Camelia Theifera)* " Penerbit Sumur Bandung, 1982.
- Budijati, Siti Mahsanah, " *Model Penjadwalan Pemetican Dengan Pendekatan Progama Dinamis Minmasti Biaya Pemetican* ". Tesis Magister, Program Studi Teknik dan Manajemen Industri". ITB Bandung, 2000
- Dalimoenthe, S.L, " *Aspek Fisiologis Pemetican Pada Tanaman Teh* " Prosiding Simposium Teh (hal 123 - 128). Bandung 1990.
- Dreyfus, S E Law A.M, " *The Art and Theory Of Dynamic Programming* ". Academic Press. New York, 1977
- Dwi Pusparina, Nia, " *Pemetican dan Pengolahan Teh di PTPN VIII* ". Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB, 1997.
- Hillier, F.S, Lieberman, G.J " *Introduction To Operation Research* " 6-th Edition. Mc Graw - Hill, New York, 1995.
- Kartawijaya, W.S, Tarlan, S " *Pengaruh Rumus dan Bagian Pucuk Yang Ditinggalkan Terhadap Daur Petik dan hasil Pucuk Teh Klon TRI 2024*". Warta Balai Penelitian Teh dan Kina, PPTK, Gambung. Bandung, 1983
- Mahmud, S dan Sukasman, " *Pengaruh Daur pemetican dan Sistem Pemetican Terhadap Hasil Pucuk Teh* ". Buletin Penelitian Teh dan Kina, Vol. 3, No. 1. (hal 1 - 8). PPTK, Gambung. Bandung, 1988.
- MathSoft, Inc. " *Mathcad, User's Guide Mathcad 2000 Profesional, Mathcad 2000*

Standar ".MathSoft, Inc. Cambridge, Massachusetts. 2000.

Subagyo, P. Asri, M dan Handoko, T.H. "*Dasar - Dasar Operation Research*". BPFE - Yogyakarta. 1983.

Rasjidin, Rosfiansyah. "*Model Penentuan Nilai Waktu Ancang Jadwal Induk Produksi dan Interval Perencanaan Ulang dengan Prosedur Jadwal Bergilir*". Tesis

Magister, Program Studi Teknik dan Manajemen Industri", ITB. Bandung. 1999.

Subarna, Penelitian dengan judul "*Mutu Teh*". 1990.

Sudikno dan Kartawijaya, Penelitian dengan judul "*Gilir Petik*". 1983.

Tajudin Abas, Penelitian dengan judul "*Pemetikan Teh Dengan Menggunakan Tangan, Gunting dan Mesin*". 2004.

PENGARUH VARIASI WAKTU NITROCARBURIZING PADA BAJA ASSAB XW-42 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK

Oleh
R. Henny Mulyani

Perlakuan permukaan dalam hal ini proses pack nitrocarburing merupakan salah satu proses yang sangat sering dilakukan untuk memenuhi kebutuhan akan suatu material dengan kondisi dan sifat tertentu. Selain itu dihasilkannya suatu permukaan dengan kekerasan yang tinggi, sedangkan bagian dalam mempunyai sifat lunak (ulet) serta memiliki ketahanan aus yang baik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dengan semakin lamanya waktu penahanan, maka kekerasan dan ketebalan lapisan coating yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena pada proses nitrocarburing dengan menggunakan penahanan yang lebih rendah maka kelarutan difusi Nitrogen (N) dan karbon (C) pada permukaan semakin sedikit.

1. Latar Belakang

Kemajuan industri manufaktur yang memproduksi komponen kendaraan bermotor, pemesinan dan alat perkakas tidak lepas dari proses perlakuan termokimia (*Thermochemical Treatment*) untuk meningkatkan ketahanan aus material baja sudah umum dikenal. Komponen-komponen seperti roda gigi, bantalan dan katup dimana faktor utama kerusakannya disebabkan oleh keausan adhesi dengan kombinasi kelelahan, proses nitrocarburing yang merupakan bagian dari proses termokimia sangat bermanfaat untuk meningkatkan umur pakainya. Nitrocarburing yaitu suatu proses pengerasan permukaan yang mengkombinasikan terbentuknya senyawa nitrida dan karbida yang mempunyai kekerasan sangat tinggi.

Pada umumnya material yang digunakan untuk pengerasan permukaan tersebut adalah baja kualitas sederhana seperti baja karbon dan baja paduan rendah, sehingga kualitas mekanis permukaannya dapat ditingkatkan setara dengan baja perkakas.

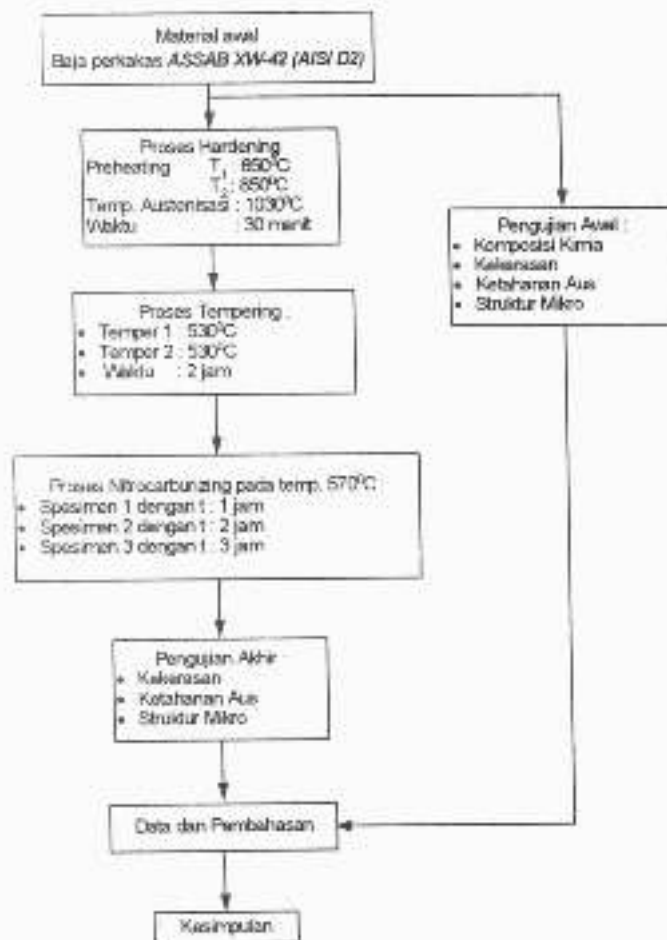
R. Henny Mulyani merupakan salah satu staf pengajar di jurusan Teknik Metalurgi UNJANI.

Baja perkakas dapat dikatakan baik bila baja tersebut memiliki sifat yang dibutuhkan sesuai

dengan persyaratan dan fungsinya, misalkan kekerasan, kekuatan, ketahanan aus, ketangguhan, keuletan, dimensi dan sebagainya.

Baja perkakas ASSAB XW-42 merupakan baja perkakas yang memiliki kadar karbon dan kadar krom yang cukup tinggi dan sesuai dengan standar AISI D2. Baja perkakas ini sering digunakan sebagai dies dan perkakas potong sehingga baja perkakas jenis ini harus mempunyai ketangguhan dan ketahanan aus yang cukup tinggi.

2. Skema Proses



3. Data dan Pembahasan

3.1. Data Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dengan menggunakan alat SHIMADZU type GVN 1012 P. Dari hasil pengujian komposisi kimia yang telah dilakukan pada baja perkakas ASSAB XW-42, diketahui bahwa spesimen tersebut mempunyai kandungan unsur sebagai berikut:

Tabel. 1. Kandungan unsur terhadap material berdasarkan standar asuan

Unsur	Standar AISI (D2) (% berat)	Standar ASSAB XW-42 (% berat)	Hasil Pengujian (% berat)
C	1,4 - 1,6	1,42	1,49
Si	0,1 - 0,4	0,30	0,32
Mn	0,3 - 0,5	0,40	0,43
P	0,02 - 0,04	-	0,038

S	0,02 - 0,04	-	0,014
Cr	11 - 13	11,20	11,24
Mo	0,7 - 1,2	0,80	0,90
Ni	0,4 - 0,7	-	0,39
Cu	-	-	0,19
V	0,7 - 1,4	0,20	0,32
Co	-	-	0,12
Fe	Sisa	Sisa	Sisa

Dari hasil pengujian komposisi kimia dengan cara spektrometri dapat ditarik kesimpulan bahwa material awal tersebut telah sesuai dengan standar material ASSAB XW-42 (AISI D2).

3.2. Data Kekerasan Proses Nitrocarburing

Adapun data kekerasan awal yang diuji dengan menggunakan Alat Uji Rockwel, dengan nilai kekerasan seperti terlihat pada tabel 3.2 berikut ini :

Tabel 2 Data kekerasan material awal

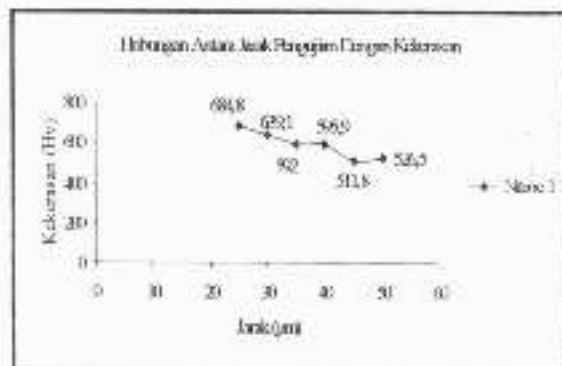
No. Spesimen	Kekerasan HBc						
	1	2	3	4	5	Rata-rata	Total
Materia l Awal	42	42.5	42	43	42	42	42

Sedangkan peneliti mencoba membandingkan nilai kekerasan material awal dengan material hasil proses nitrocarburizing, dimana pengujian kekerasan yang dilakukan pada proses nitrocarburizing dengan menggunakan metode *Micro Hardness Vickers (VHN)*. Adapun hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat dibawah ini :



Tabel 3 Data kekerasan proses nitrocarburizing pada temperatur 570°C selama 1 Jam

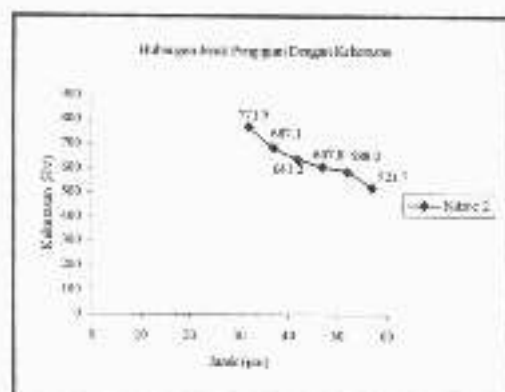
Jarak Pengujian (μ)	Kekerasan (Hv)	Kedalaman Difusi (μm)
25	684,8	45
30	639,1	
35	592	
40	595,9	
45	511,8	
50	526,5	



Gambar 1 Grafik hubungan antara jarak pengujian dengan kekerasan pada proses nitrocarburizing 1

Tabel 4 Data kekerasan proses nitrocarburizing pada temperatur 570°C selama 2 jam

Titik Pengujian (μ)	Kekerasan (Hv)	Kedalaman Difusi (μm)
32	771,5	57
37	687,1	
42	641,2	
47	607,8	
52	588,2	
57	521,7	



Gambar 2 Grafik hubungan antara jarak pengujian dengan kekerasan pada proses nitrocarburizing 2

Tabel 3 Data kekerasan proses nitrocarburizing pada temperatur 570°C selama 3 jam

Titik Pengujian (μ)	Kekerasan (Hv)	Kedalaman Difusi (μ m)
14,5	855,3	61
19,5	762,9	
24,5	647,8	
29,5	609,8	
34,5	546,5	
39,5	533,1	



Gambar 3 Grafik hubungan antara jarak pengujian dengan kekerasan pada proses nitrocarburizing 3

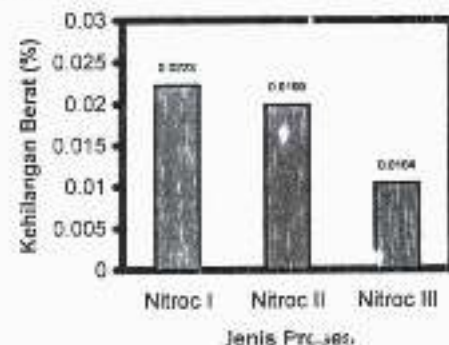
3.3. Analisis Keausan

Dari hasil pengujian keausan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil pengujian keausan

	Waktu (menit)	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Kehilangan Berat (%)
Nitro carburizing I	60	25,0256	25,0200	0,0056	0,0223
Nitro carburizing II	120	18,5635	18,5598	0,0037	0,0199
Nitro carburizing III	180	23,9480	23,9455	0,0025	0,0104

Dari data hasil pengujian kekerasan bila diplot ke dalam grafik, maka akan menghasilkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik hasil pengujian keausan

Dari grafik maupun data hasil pengujian keausan diketahui bahwa pada material hasil proses nitrocarburizing III, dengan waktu proses 180 menit memiliki ketahanan aus yang lebih baik dibandingkan dengan material hasil proses nitrocarburizing I (waktu proses 60 menit) dan nitrocarburizing II (waktu proses 120 menit). Hal ini ditandai dengan persentase kehilangan berat pada material tersebut paling rendah.

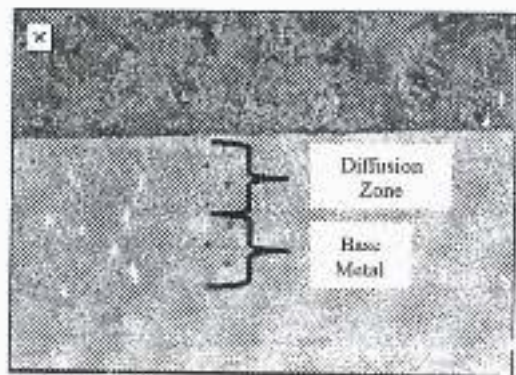
3.4. Analisis Struktur Mikro

Foto struktur mikro hasil pemotretan spesimen uji baja perkakas ASSAB XW-42 yang belum mengalami proses maupun yang telah mengalaminya proses selama penelitian disajikan berdasarkan urutan prosesnya.



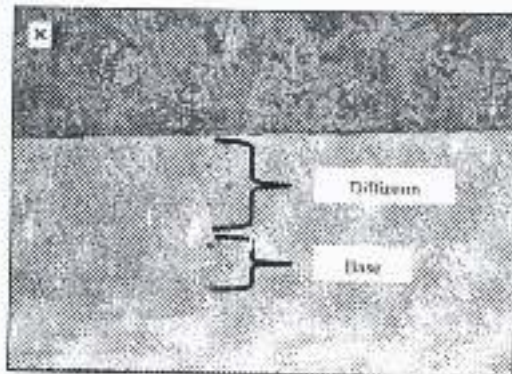
Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 400X

Gambar 5 Struktur mikro material awal, fasa yang terbentuk yaitu partikel karbida dan sebagian kecil partikel karbida berbentuk bulat pada matriks ferit dan perlit.



Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 100X

Gambar 8 Struktur mikro material proses nitrocarburizing 1, selama 60 menit, pada temperatur 570°C, dimana compound layer belum terlihat.



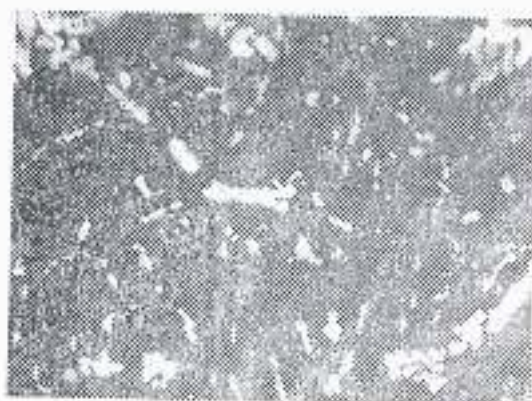
Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 100X

Gambar 6 Struktur mikro material proses Nitrocarburizing 1, selama 66 menit, pada temperatur 570°C, dimana compound layer belum terlihat.



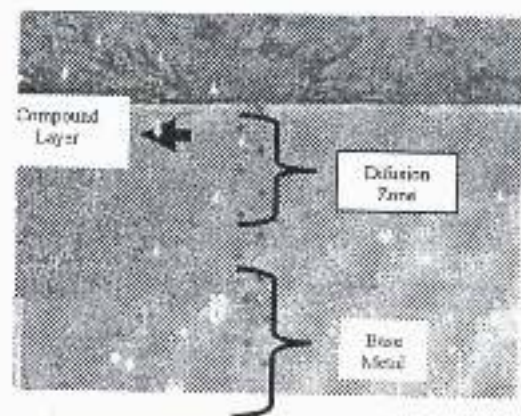
Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 400X

Gambar 9 Struktur mikro material proses nitrocarburizing 1, fasa partikel karbida (putih) pada matriks martensit temper



Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 400X

Gambar 7 Struktur mikro material proses nitrocarburizing 1, fasa partikel karbida (putih) pada matriks martensit temper



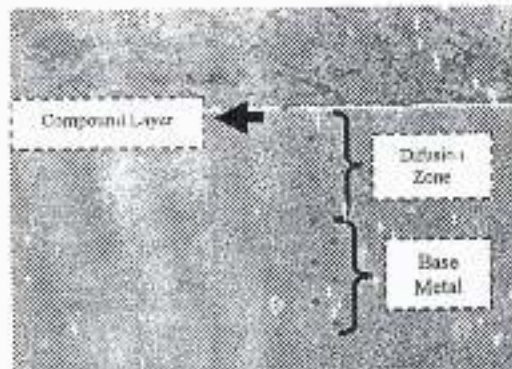
Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 100X

Gambar 10 Struktur mikro material proses nitrocarburizing 2, selama 120 menit pada temperatur 570°C, dimana compound layer terlihat.



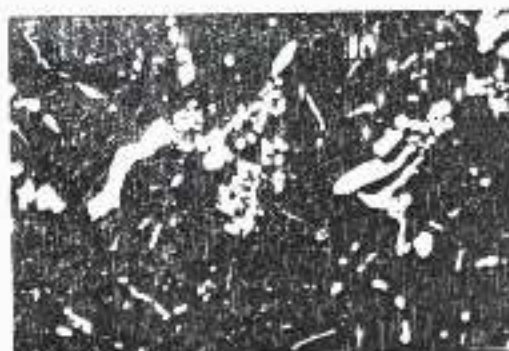
Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 400X

Gambar 11 Struktur mikro material proses nitrocarburizing 2, fasa partikel karbida (putih) ada matriks martensit temper



Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 100X

Gambar 12 Struktur mikro material proses nitrocarburizing 3, selama 120 menit, pada temperatur 570°C, dimana compound layer terlihat dengan jelas



Etsa : Nitral 4%
Pembesaran : 400X

Gambar 13 Struktur mikro material proses nitrocarburizing III, Fasa Karbida serta karbida bolat pada matrik martensit temper

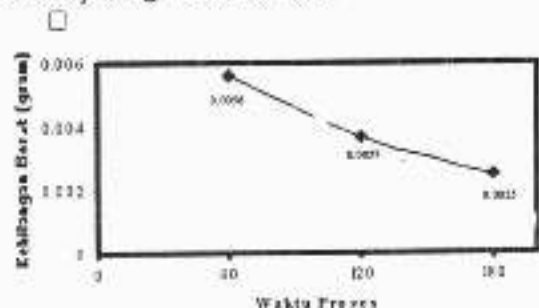
3.5 Pembahasan

Dari data hasil pengujian kekerasan (tabel 3.2 s.d tabel 3.5) maka dapat diketahui bahwa terjadi perubahan yang cukup signifikan dalam hal kenaikan nilai kekerasan material proses nitrocarburizing, dimana nilai kekerasan yang optimal terdapat pada proses nitrocarburizing dengan waktu 3 jam.

Pada proses nitrocarburizing kecenderungan peningkatan kekerasan seiring dengan bertambah lamanya proses nitrocarburizing (dengan waktu proses , sampai dengan 3 jam). derungan ini diakibatkan oleh terbentuknya fasa martensit temper (merupakan matriks dari material) hasil dari proses pengerasan serta lapisan difusi. Pada proses nitrocarburizing selama 3 jam dimana *Compound Layer* atau *White layer* terlihat dengan jelas dan lapisan nitrida yang dihasilkan lebih tebal dari pada material lainnya.

Seperti halnya kekerasan, perubahan ketahanan aus pun terjadi cukup jelas. Dalam hal ini material proses nitrocarburizing I mengalami kehilangan berat yang paling tinggi yaitu sebesar 0,0056 gram atau 0,0223 % dari berat awalnya, yang menandakan bahwa material tersebut memiliki ketahanan aus yang sangat rendah dibandingkan dengan material uji yang lainnya. Sedangkan material proses nitrocarburizing III mengalami kehilangan berat sebesar 0,0025 gram atau 0,0104 % dari berat awal. Hal ini berarti material proses nitrocarburizing III memiliki ketahanan aus yang paling baik.

Fenomena tersebut sangat signifikan bila dilihat pada gambar berikut :



Gambar 14 Grafik hasil pengujian keausan

Gambar di atas membuktikan bahwa semakin lama waktu proses Nitrocarburizing maka semakin kecil kehilangan berat material akan semakin rendah, yang berarti bahwa material

tersebut memiliki ketahanan aus yang tinggi. Kecenderungan ini diakibatkan oleh terbentuknya fasa martensit temper (merupakan matriks dari material) hasil dari proses pengerasan serta lapisan difusi. Dimana pada material nitrocarburizing III white layer sudah terbentuk dan lapisan senyawa nitrida besi lebih tebal dari pada material lainnya. Dengan tebalnya lapisan nitrida maka ketahanan terhadap keausan akan meningkat. Selain itu jika kekerasan suatu material meningkat (tinggi) maka ketahanan material tersebut terhadap keausan akan meningkat pula (tinggi).

Dari pengujian struktur mikro (gambar 3.5 s.d 3.11) dapat dilihat bahwa material awal memiliki struktur mikro berupa partikel karbida dan sebagian kecil karbida berbentuk bulat pada matriks ferit dan perlit. Keberadaan karbida, nitrida maupun white layer pada material menyebabkan material memiliki kekerasan yang terbilang tinggi serta ketahanan aus yang tinggi.

Pada material proses nitrocarburizing I (gambar 3.6 dan 3.7) memiliki struktur mikro berupa fasa partikel karbida Irom pada matriks martensit temper.

Fasa martensit didapatkan dari hasil proses pendinginan yang sangat cepat, sedangkan karbida merupakan fasa awal yang terdapat pada material itu sendiri. Setelah mengalami proses nitrocarburizing, maka akan terbentuk lapisan difusi. Pada bagian terluar dari material (permukaan) akan terbentuk lapisan nitrida-besi.

Seperti halnya pada proses nitrocarburizing I, maka proses nitrocarburizing II dan III terdapat fasa martensit yang merupakan transformasi dari fasa ferit dan perlit akibat pendinginan yang cepat. Pada material proses nitrocarburizing II (gambar 3.8 dan 3.9) memiliki struktur mikro berupa fasa karbida serta sebagian kecil karbida bulat pada matrik martensit temper. Sedangkan pada bagian permukaan terdapat lapisan hitam dan mulai terbentuknya lapisan putih pada lapisan difusi. Pada material proses nitrocarburizing III (gambar 3.10 dan 3.11) memiliki struktur mikro berupa fasa karbida serta karbida bulat pada matrik martensit temper. Karbida pada material awal terurai, dan mengalami pertumbuhan akibat adanya proses pengerasan yang diikuti proses temper. Proses pertumbuhan karbida semakin terlihat jelas akibat semakin lamanya waktu temper.

Lapisan difusi pada material semakin jelas terlihat seiring dengan semakin lamanya waktu proses nitrocarburizing. Hal ini disebabkan waktu yang diperlukan oleh atom karbon maupun nitrogen untuk berdifusi ke dalam material dalam hal ini besi cukup terpenuhi. Sehingga menghasilkan ikatan yang cukup kuat yang membuat material tersebut (nitrocarburizing III) mengalami peningkatan harga kekerasan serta ketahanan aus yang tinggi.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Material penelitian termasuk dalam ASSAB DF-3 atau baja perkakas seri O1.
- Kekerasan tertinggi terdapat pada material nitrocarburizing III dengan nilai kekerasan rata-rata 605,9 Hv, sedangkan terendah pada material nitrocarburizing I yaitu 560,6 Hv.
- Ketahanan aus tertinggi terdapat pada material nitrocarburizing III, yang ditandai dengan kehilangan berat terendah yaitu sebesar 0,0025 gram (0,0104 %). Sedangkan ketahanan aus terendah yaitu nitrocarburizing I dengan kehilangan berat terbanyak yaitu sebesar 0,0056 gram (0,0223 %).
- Pada proses nitrocarburizing dengan temperatur 570 °C, semakin lama waktu proses kekuatan mekanik dalam hal ini kekerasan, dan ketahanan aus akan meningkat.
- Fasa yang terbentuk yaitu karbida serta karbida bulat pada matrik martensit temper, serta terbentuknya Compound Layer pada lapisan permukaan logam (pada material nitro II dan nitro III) yang merupakan daerah difusi (Diffusion Zone).

Daftar Pustaka

1. ASM Metal Handbook, Vol IV 10th Edition., 1991.

2. ASM Metal HandBook, "*Metallography Structures And Phase Diagrams*", Vol 8, 8th Edition., Metal Park Ohio., 1972.
 3. Callister, "*Materials Science And Engineering*", John Wiley And Son., 1985.
 4. Carter, V.E., "*Metallic Coatings For Corrosion-Coating Control*", FI Coort, FIMF, New Nes Butterworths., 1977.
 5. Da, Costa Williams., "*Advanced Pack Cementation Coating For High Temperature Application*", Thesis University New South Wales., 1992.
 6. "*Fundamental Of Coatings System*", The Commette On Coating National Materials Advisory Board., Washington DC., 1970.
 7. Guy Alberto, John., "*Element Of Physical Metallurgy*", IBH Publishing Co., 1980.
 8. Goward,G.W., "*Recent Development In High Temperature Coating For Gas Turbine Air Foils In High Temperature Corrosion*", Texas., 1943
 9. Honeycombe, R.W.K., "*Steel : Microstructure And Properties* ", London 1984.
 10. Krauss, George., "*Heat Treatment And Processing Principles And Steel*", Ohio 1989.
 11. Meviel, M. Duret, C And Pichois, R., "*Pack Cementation Processes*", France 1986.
 12. Rhys, Jones T.N., "*Coating For Blade And Vane Application In Gas Turbines*".
 13. Siegle, L.L., "*Thermodynamic And Kinetics Of Pack Cementation Process In Surface Engineering*", Boston 1984.
 14. Thelning, Eric, Karl, "*Steel And Its Heat Treatment*", 2nd Edition Butterworths London 1984.
 15. Voort, G.F.V., "*Material Science and Engineering Series*", Mc Graw,Hill, 1984.
-
16. Wachel, R.L., "*The Basic of Diffusion Coating, Science and Technology of Surface Coating*", Chapman, B.N and Anderson, J.C, London., 1974.
 17. William, F.Smith, Prof., "*Structure and Properties of Engineering Alloy*", Mc Graw Hill, 1981.
 18. Walsh,P.N., "*Chemical Aspect of Pack Cementation*", Pennington., 1973.
 19. Zakarov,B., "*Heat Treatment of Metals*", Moscow., 1962.

USULAN PROGRAM PENINGKATAN KUALITAS PELAYANAN BERBASIS PERSEPSI PELANGGAN DI APOTEK "ATING III" DAYEUH KOLOT, BANDUNG

Oleh:
Zaenal Muttaqien¹,
Tajudin Irwan²

Kualitas pelayanan merupakan perbedaan antara harapan dengan kinerja pelayanan yang dirasakan oleh pelanggan (*Model Gap*). Salah satu pendekatan pengukuran kualitas pelayanan yang banyak dijadikan acuan dalam riset pasar adalah *Metode Servqual (Service Quality)* yang dikembangkan oleh Zeithaml, Parasuraman dan Berry (1990). *Metode Servqual* mengidentifikasi 5 dimensi sebagai faktor yang dipertimbangkan oleh pelanggan dalam menilai kualitas suatu jasa/pelayanan, yaitu: Reliability, Tangibility, Responsiveness, Assurance dan Emphaty.

Apotek "Ating III" merupakan salah satu cabang Apotek Ating yang mempunyai persentase keuntungan paling kecil dibandingkan dengan cabang lainnya. Persentase laba yang diperoleh apotek "Ating III" dari laba keseluruhan apotek Ating pada tahun 2002 adalah sebesar 4,12% dan pada tahun 2003 sebesar 3,73%. Dari data tersebut dapat terlihat bahwa laba yang diperoleh menandakan adanya penurunan kinerja yang dimiliki oleh apotek "Ating III". Salah satu faktor yang dipertimbangkan dalam usaha peningkatan kinerja apotek "Ating III" adalah faktor pelayanan.

Dari penelitian yang dilakukan di apotek "Ating III" mengenai kualitas pelayanan terhadap pelanggannya, diperoleh nilai total *Servqual* sebesar -0,81. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pelayanan yang dilakukan oleh apotek "Ating III" relatif belum memuaskan.

Guna lebih meningkatkan kualitas pelayanan di apotek "Ating III", usulan program jangka pendek yang harus dilakukan adalah: Sosialisasi rencana kerja perusahaan kepada karyawan, memperbaiki kualitas wujud fisik (*sarana*) yang ada, memperbaiki cara penanganan keluhan pelanggan, meningkatkan sikap karyawan dalam melayani pelanggan serta memberikan layanan pemesanan obat melalui telepon. Sedangkan usulan program jangka panjang yang harus dilakukan adalah: Komputerisasi sistem persediaan obat, meningkatkan promosi, melakukan sistem penjualan swalayan untuk jenis obat bebas dan peninjauan harga supaya lebih bersaing dengan apotek lain.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Era globalisasi pada saat ini telah menciptakan suasana dimana setiap perusahaan dituntut untuk mampu bersaing agar tetap bertahan. Dalam kondisi persaingan tersebut, hal utama yang harus diprioritaskan oleh setiap perusahaan agar dapat menguasai pasar adalah kepuasan pelanggan. Pada dasarnya kepuasan pelanggan merupakan perbedaan antara harapan dan kinerja yang

dirasakan. Jadi, pengertian kepuasan pelanggan adalah bahwa kinerja suatu barang/jasa setidaknya sama dengan apa yang diharapkan (Kotler, 1993). Seperti ketika pelanggan menginginkan pelayanan yang cepat dan tepat waktu, tetapi pada kenyataannya pelayanan yang diterima lama dan terlambat, sehingga menimbulkan kekecewaan dan rasa tidak puas.

Apotek Ating merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang distribusi obat dan produk-produk medis lainnya telah berdiri cukup lama dan sudah mempunyai 14 cabang. Di daerah Dayeuh Kolot terdapat 3 apotek "Ating" yang letaknya saling berdekatan, yaitu; apotek "Ating III", apotek "Ating IV" serta apotek "Ating XI". Dari data yang dimiliki oleh pihak manajemen

Zaenal Muttaqien merupakan salah staf pengajar di jurusan Teknik Industri UNJANI
Tajudin Irwan merupakan alumni jurusan Teknik Industri UNJANI

apotek "Ating" diketahui bahwa persentase laba yang diperoleh Apotek Ating III pada tahun 2002 sebesar 4,12% dan pada tahun 2003 sebesar 3,73%. Persentase laba yang diperoleh Apotek Ating IV pada tahun 2002 sebesar 8,87% dan pada tahun 2003 sebesar 9,05%. Persentase laba yang diperoleh Apotek Ating XI pada tahun 2002 sebesar 5,34% dan pada tahun 2003 sebesar 5,62% dari laba keseluruhan apotek "Ating".

Dari data tersebut, terlihat bahwa margin laba yang diperoleh apotek "Ating III" adalah yang terkecil dibandingkan dengan laba apotek "Ating IV" dan apotek "Ating XI", bahkan terjadi penurunan persentase laba. Dengan terjadinya penurunan laba yang diperoleh, menandakan adanya penurunan kinerja yang dimiliki oleh apotek "Ating III". Pihak manajemen memperkirakan adanya kekurangan dalam hal pelayanan. Hal tersebut membuat pihak manajemen berniat untuk mengevaluasi pelaksanaan pelayanan yang dilakukan oleh apotek "Ating III" selama ini, dalam rangka untuk meningkatkan pelayanan kepada para pelanggan di masa yang akan datang.

Di samping itu, selama ini perusahaan tidak pernah menyusun program yang berkaitan dengan peningkatan kualitas pelayanan kepada para pelanggannya.

Dari uraian di atas, maka Penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai kualitas pelayanan di apotek "Ating III" dan merumuskan suatu program peningkatan kualitas pelayanan kepada para pelanggan dalam rangka meningkatkan daya saing apotek "Ating III".

2. Landasan Teori

2.1 Karakteristik Jasa

Jasa dapat didefinisikan sebagai setiap tindakan atau perbuatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain yang pada dasarnya bersifat *intangible* (tidak berwujud fisik) dan tidak menghasilkan kepemilikan sesuatu. Produksi jasa bisa berhubungan dengan produk fisik maupun tidak.

Beberapa karakteristik unik yang membedakan jasa dengan barang adalah :

- ❖ Ketidakterabaan (*Intangibility*)
- ❖ Ketidakajegan (*Inconsistency*)
- ❖ Keterkaitan (*Inseparability*)
- ❖ Tidak dapat disimpan (*Perishability*)

2.2 Kualitas Jasa

Kualitas jasa (*service quality*) adalah faktor penting dalam usaha mencapai keunggulan bersaing. Untuk mencapai kualitas jasa yang diinginkan pengelola jasa memerlukan upaya pemenuhan keinginan konsumen serta penyimpanan yang tepat untuk memenuhi keinginan konsumen. Menurut Wyckoff dalam Lovelock (1988), kualitas jasa adalah tingkat keunggulan yang diinginkan dan pengendalian atas tingkat keunggulan tersebut untuk memenuhi keinginan konsumen.

2.3 Model Kualitas Jasa

➤ Model Gap Parasuraman

Untuk mengetahui penyebab perbedaan persepsi dalam memberikan kualitas jasa maka Zeithaml, Parasuraman dan Berry (1990) membentuk model kualitas jasa yang mengidentifikasi adanya 5 kesenjangan (*gap*) yang berakibat pada kegagalan penyampaian jasa, yaitu :

❖ Gap 1 : Tidak Mengetahui Apa Yang Diinginkan oleh Konsumen.

Yaitu kesenjangan yang terjadi antara persepsi pihak manajemen dalam menentukan keinginan konsumen pada jasa dengan jasa yang sesungguhnya diinginkan konsumen.

❖ Gap 2 : Standar Kualitas Pelayanan Yang Salah.

Yaitu kesenjangan antara persepsi manajemen tentang keinginan konsumen dengan spesifikasi kualitas pelayanan yang salah.

❖ Gap 3 : Kesenjangan Performansi Pelayanan.

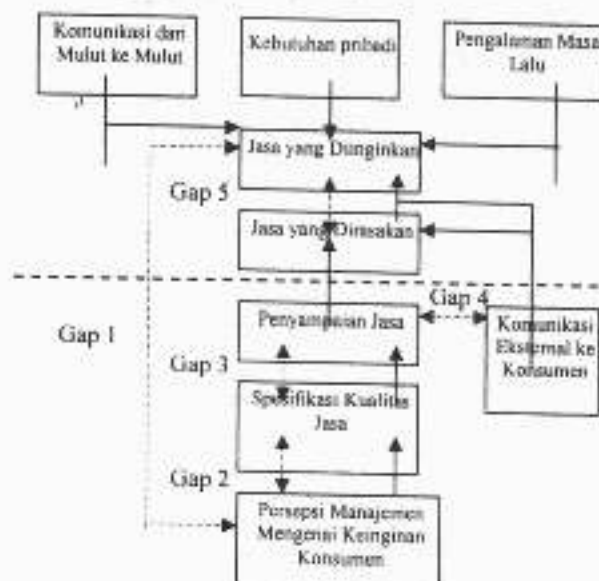
Yaitu kesenjangan yang terjadi antara spesifikasi kualitas pelayanan yang disusun dengan pelayanan yang disampaikan ke konsumen.

❖ Gap 4 : Janji Berbeda Dengan Kenyataan.

Yaitu kesenjangan yang terjadi antara pelayanan yang disampaikan dengan apa yang dikomunikasikan kepada konsumen.

❖ Gap 5 : Persepsi Yang Berbeda Dari Keinginan.

Yaitu kesenjangan antara pelayanan yang diinginkan konsumen dengan yang sesungguhnya dirasakan konsumen. Kesenjangan ini merupakan akibat dari adanya satu atau lebih kesenjangan di atas.



Gambar 1. Model konseptual kualitas jasa

2.4 Persepsi Pelanggan Terhadap Jasa

Menurut Kotler (1993) kualitas harus dimulai dari kebutuhan konsumen dan berakhir pada persepsi konsumen. Hal ini berarti bahwa kualitas yang baik berdasarkan pada persepsi konsumen. Persepsi konsumen terhadap kualitas jasa merupakan penilaian menyeluruh atas keunggulan suatu jasa yang didasarkan atas performansi perusahaan terhadap jasa yang diinginkan konsumen.

Faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi konsumen terhadap jasa yang diterimanya sebagai berikut :

- a. *Service Encounters.*
- b. *Evidence of Service.*
- c. *Image.*
- d. *Price.*

Karakteristik jasa yang intangible menyebabkan sulitnya mengetahui kualitas jasa tersebut sebelum membeli dan merasakannya, sehingga harga sering dianggap sebagai indikator yang mempengaruhi kualitas.



Gambar 2 Faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi pelanggan

2.6 Dimensi Kualitas Jasa

Menurut *Zeithaml, Parasuraman dan Berry (1990)* terdapat 5 dimensi yang diperhatikan konsumen dalam menilai suatu jasa. Dimensi-dimensi itu adalah sebagai berikut:

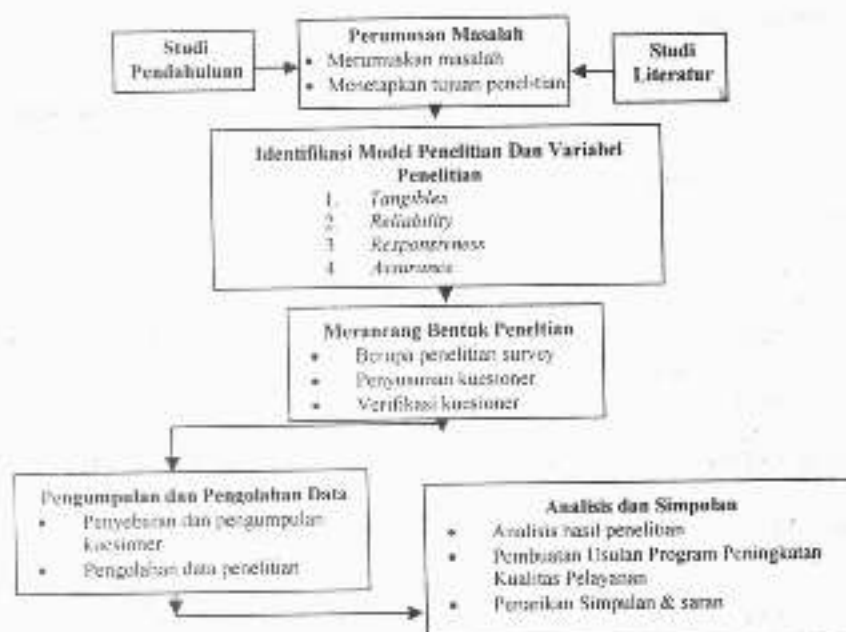
- Reliability.**
Didefinisikan sebagai kemampuan untuk menunjukkan jasa yang dijanjikan secara akurat dan dapat dipercaya.
- Responsiveness.**
Didefinisikan sebagai keinginan untuk membantu konsumen dan memberi jasa dengan segera.
- Assurance.**
Didefinisikan sebagai pengetahuan dan keahlian pegawai serta kemampuan perusahaan beserta pegawainya untuk memberikan keyakinan dan kepercayaan kepada konsumen.
- Empathy.**

Didefinisikan sebagai pemberian perhatian secara individu oleh perusahaan kepada konsumen.

- Tangibles.**
Didefinisikan sebagai penampilan dan fasilitas fisik, perlengkapan, dan personil.

3. Metodologi Penelitian

Sasaran utama dalam penelitian ini adalah membuat usulan konsep pelayanan terhadap konsumen yang akan dikembangkan oleh apotek "Ating III" dengan menggunakan metode SERVQUAL yaitu sebuah metode untuk mengukur kualitas jasa (dalam hal ini, kualitas pelayanan apotek terhadap pelanggan) yang didasarkan pada harapan dan keinginan konsumen. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat secara lengkap pada gambar dibawah ini :



Gambar 3 Metodologi penelitian.

3.1 Model Penelitian, Dan Identifikasi Variabel Penelitian

Model yang dipakai dalam penelitian ini berdasarkan kepada model yang diberikan oleh *Zeithaml, Parasuraman dan Berry (1990)*. Penentuan model Servqual ini dilakukan berdasarkan pada pengertian kualitas, yaitu sejauh mana suatu produk atau jasa bisa memenuhi keinginan pelanggan serta disebabkan

model Servqual *Zeithaml, Parasuraman dan Berry (1990)* mampu mengukur kualitas jasa baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif seperti yang dikemukakan oleh Peters (2003).

Pada penelitian ini, variabel penelitian berupa item hasil pengembangan dari model kualitas jasa *Zeithaml, Parasuraman dan Berry (1990)*. Model kualitas jasa (pelayanan) terdiri

atas lima dimensi yaitu: *reliability*(keandalan), *responsiveness*(sikap tanggap), *assurance* (jaminan), *tangibles* (tampilan fisik) dan *emphaty* (empati).

Kelima unsur tersebut merupakan faktor penentu kualitas pelayanan dalam penelitian ini, dan hal ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4 Model penelitian

Adapun faktor-faktor yang dikembangkan dari variabel-variabel pada penelitian ini adalah :

A. *Tangibles* (tampilan fisik).

Didefinisikan sebagai penampilan dan fasilitas fisik. Variabel tersebut diukur dengan atribut seperti:

1. Lokasi apotek dapat dicapai dengan mudah (X1).
2. Suasana dalam apotek bersih dan terasa nyaman (X2).
3. Fasilitas yang ada (R. Tunggu, TV, toilet, dan sebagainya) di apotek cukup memadai (X3).
4. Tempat parkir luas dan aman (X4).
5. Pelayan selalu berpenampilan rapi dan sopan (X6).
6. Jumlah pelayan cukup memadai (X22).
7. Terdapat fasilitas layanan dokter di apotek (X24).
8. Kemasan barang yang dibeli cukup menarik. (X26).

B. *Reliability* (Keandalan).

Didefinisikan sebagai kemampuan untuk menunjukkan jasa yang dijanjikan secara akurat, baik dan dapat dipercaya. Variabel tersebut diukur dengan atribut seperti :

1. Pelanggan dilayani menurut urutan kedatangannya (X7).

2. Prosedur pelayanan tidak berbelit-belit (X9).
3. Obat yang dibutuhkan oleh pelanggan selalu tersedia (X11).
4. Harga obat tidak lebih mahal dari harga apotek lain (X12).
5. Pelayan apotek menjelaskan petunjuk penggunaan obat dengan jelas dan dapat dimengerti (X13).
6. Pelayanan yang diberikan sama untuk setiap pelanggan tanpa melihat perbedaan status sosial (X27).

C. *Responsiveness* (Kecepat-tanggapan)

Didefinisikan sebagai keinginan untuk membantu dan melayani konsumen dengan cepat dan segera. Variabel tersebut diukur dengan atribut seperti:

1. Pelayan segera menemui pelanggan yang datang (X5).
2. Waktu menunggu sejak dilayani sampai mendapatkan obat tidak lama (X10).
3. Keluhan yang diajukan oleh pelanggan segera ditanggapi oleh pihak apotek (X15).

D. *Assurance* (Jaminan)

Didefinisikan sebagai kemampuan perusahaan beserta pegawainya untuk memberikan keyakinan dan kepercayaan serta tingkat perhatian terhadap etika dan

moral dalam melakukan pelayanan kepada konsumen. Variabel tersebut diukur dengan atribut seperti:

1. Pelayan apotek melayani dengan ramah dan hormat (X8).
2. Apotek bertanggung jawab (bersedia memberikan ganti rugi) bila ada kesalahan (X16).
3. Kerahasiaan kondisi pelanggan terjamin (X18).
4. Apotek menyediakan obat dengan merk berbeda tetapi dengan kandungan sama (X20).

E. *Empathy*

Didefinisikan sebagai tingkat pemberian perhatian secara individu serta kemauan untuk mengetahui kebutuhan konsumen. Variabel tersebut diukur dengan atribut seperti:

1. Pelayan apotek berusaha membantu pelanggan yang mengalami kesulitan pada waktu transaksi (X14).
2. Pelanggan bisa berkonsultasi mengenai obat secara lebih mendalam (X17).
3. Jam buka apotek panjang/24 jam (X19).
4. Apotek tanggap terhadap saran dari luar (X21).
5. Apotek bisa melayani pesanan obat melalui telepon (X23).
6. Apotek menyediakan produk kebutuhan lain selain obat (misalnya produk kecantikan) (X25).

1.2 Metode Pengolahan Data

3.2.1 Analisis Faktor

Analisis faktor digunakan untuk menganalisis interkorelasi antar variabel penelitian, yang disebut variabel manifest, sehingga terlihat pola yang menunjukkan variasi sejumlah faktor dasar.

3.2.2 Metode Servqual

Perhitungan metode *Servqual* menyangkut perhitungan perbedaan antara pernyataan harapan (*expectation*) dan persepsi konsumen (*perception*). Rumus yang digunakan dalam perhitungan *Servqual* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} SQ &= W_x \times \sum S_x \\ &= W_x \times \frac{1}{n(P-E)} \end{aligned}$$

Dimana :

SQ = Kualitas Pelayanan

W_x = Bobot variabel utama ke - x

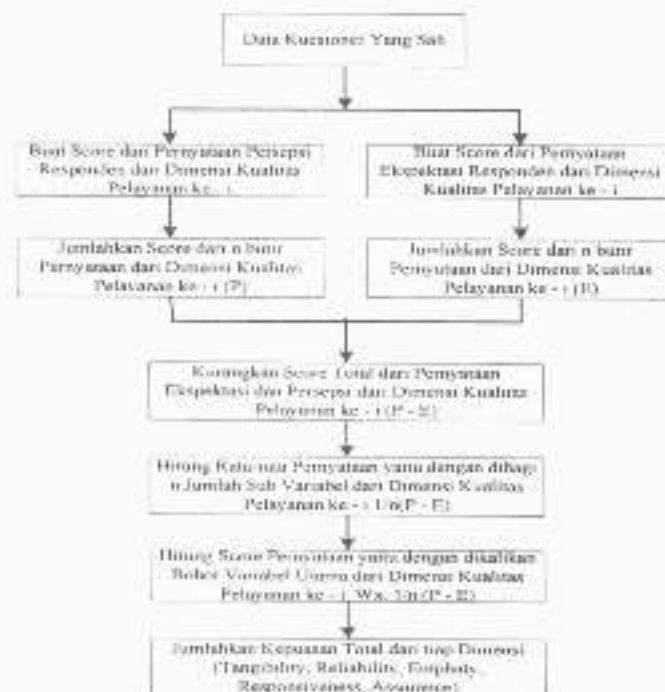
S_x = Sub variabel utama ke - x

P = Persepsi

E = Ekspekstasi

n = Jumlah Sub variabel untuk variabel utama ke - x

Langkah-langkah perhitungan *Servqual* adalah seperti yang tertera pada gambar berikut :



Gambar 5 Proses pengolahan data dengan metoda servqual

3.2.3 Analisis Klaster

Tujuan utama Analisis klaster adalah mendefinisikan struktur data dengan mengelompokkan objek yang serupa kedalam satu kelompok berdasarkan variabel pengelompokan yang didefinisikan dalam penelitian.

4. Pengumpulan Dan Pengolahan Data

4.1 Pengumpulan Data

Karakteristik Responden

Pada tabel di bawah ini terlihat bahwa responden atau pelanggan yang datang ke apotek "Ating III" dikelompokkan menurut pilihan terhadap kualitas pelayanan, cara mengetahui apotek "Ating III", dan pertimbangan memilih berbelanja di apotek "Ating III".

Tabel 1 Distribusi Berdasarkan Cara Mengetahui Apotek

Pengalaman tentang apotek	Jumlah (n)	Persentase (%)
Pelanggan tetap	27	67%
Tahu sendiri	19	47%
Diteliti oleh teman	0	0%
Papan surat, reklame	14	35%
Total	50	100%

Tabel 2 Distribusi Pilihan Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan

Perbandingan kepuasan dengan harga	Jumlah (n)	Persentase (%)
Pelayanan kurang memuaskan, harga murah	5	9%
Pelayanan memuaskan, harga mahal	51	91%
Total	56	100%

Distribusi Pelanggan Berdasarkan Pertimbangan Memilih berbelanja di apotek "Ating III"

Pelanggan yang datang berbelanja di apotek "Ating III" kebanyakan karena lokasi apotek dekat dengan tempat tinggal para pelanggan, ketepatan melewati apotek "Ating III" dan membutuhkan obat, serta adanya pegawai perusahaan swasta yang perusahaannya bekerja sama dengan apotek Ating sehingga apabila ada karyawan yang berobat maka disarankan untuk berbelanja di Apotek Ating.

Analisis Faktor

Hasil Pencarian Faktor

Tabel 3. Ringkasan Hasil Pencarian Faktor

Faktor	Var	Bobot	Variabel Manifes
1	9	0,758	Pelayanan dilakukan dengan baik dan tidak berbelit-belit
	6	0,663	Tempat parkir cukup luas dan aman
	16	0,622	Apotek bertanggung jawab bila ada kesalahan
	19	0,537	Jam buka yang panjang (24 jam)
2	12	0,418	Harga obat tidak lebih mahal dari apotek lain
	17	0,294	Pelayanan bisa berkomunikasi tentang obat yang diperlukan
	15	0,571	Kadatar yang diukir dengan rapi
	18	0,556	Kewajiban kondisi pelanggan terjaga
3	14	0,588	Pelayanan ramah dan komunikatif dengan pelanggan (baik dan berkesan)
	3	0,733	Fasilitas yang ada sudah memadai
	22	0,779	Jumlah pelayanan cukup memadai
	10	0,725	Masa menunggu tidak terlalu lama
4	21	0,427	Apotek terdapat berbagai macam obat
	7	0,709	Pelayanan dibayar sesuai dengan kebutuhan
	6	0,706	Pelayanan apotek selalu siap membantu jika ada keperluan
5	8	0,476	Pelayanan apotek dilakukan dengan ramah dan penuh senyum
	5	0,436	Pelayanan apotek memberikan pelayanan yang baik dan jujur
	27	0,91	Pelayanan yang ramah dan profesional dengan pelayanan yang baik dan berkualitas dalam proses
	2	0,469	Sarana di dalam apotek terlihat bersih dan sesuai ukuran
6	16	0,598	Apotek yang ada adalah vital dengan merek-merek yang sesuai dengan kebutuhan yang ada
	24	0,628	Apotek ini memiliki pelayanan yang ramah dan profesional
7	26	0,673	Kualitas barang yang dihidupkan baik dan sesuai
	11	0,513	Obat yang dibutuhkan selalu tersedia
8	13	0,614	Pelayanan, penanganan obat yang dan dapat diandalkan
	1	0,692	Lokasi apotek mudah dijangkau
9	24	0,707	Tempat pelayanan di dalam apotek
10	25	0,810	Apotek menyediakan produk farmasi apotek atau

Penentuan Servqual tiap Dimensi

Tabel 4. Gap untuk Setiap Dimensi Servqual

Dimensi Kualitas Pelayanan	Rata-rata		Servqual dengan bobot (Gap)
	Ekspektasi	Persepsi	
Tangibility	3,23	2,83	-0,25
Reliability	3,72	2,82	-0,16
Empathy	3,91	2,81	-0,20
Responsiveness	3,6	2,80	-0,11
Assurance	3,79	2,80	-0,09
Total			-0,81

Analisis Kluster

Tabel 5. Nomor Responden Terpilih Untuk Tiap Kluster

Kluster	Anggota Kluster (Nomor Responden)
1	17, 23, 27, 35, 45, 51, 55
2	7, 12, 19, 25, 26, 30, 56
3	6, 13, 14, 15, 21, 22, 34, 37, 42, 47, 53
4	1, 9, 10, 16, 18, 24, 28, 31, 39, 40, 41, 43, 44, 46, 48
5	2, 3, 4, 5, 8, 11, 20, 29, 32, 33, 36, 38, 49, 50, 52, 54

Tabel 6. Jumlah Anggota Dalam Tiap Kluster

Kluster	1	7
	2	7
	3	11
	4	15
	5	16
Valid		56
Missing		0

5. Analisis

5.1 Analisis Karakteristik Responden

Berdasarkan pilihan tingkat pelayanan dibandingkan dengan harga diketahui sebanyak 91% responden lebih memilih tingkat pelayanan yang memuaskan walaupun harga mahal dibandingkan dengan tingkat pelayanan yang buruk walaupun harga murah. Hal ini mencerminkan bahwa pada umumnya pelanggan lebih baik mengeluarkan biaya yang lebih mahal tetapi pelayanan yang diterima dapat memuaskan mereka.

Pelanggan yang datang berbelanja di Apotek Ating III kebanyakan adalah pelanggan tetap, yaitu sebanyak 41% hal ini disebabkan oleh lokasi apotek yang dekat dengan tempat tinggal para pelanggan serta adanya pegawai perusahaan swasta yang perusahaannya bekerja sama dengan Apotek Ating.

5.2 Pembahasan Hasil Perhitungan Analisis Faktor

• Faktor 1

Terbentuk dari 5 variabel, yaitu : X04 (Tempat parkir luas dan aman), X09 (Prosedur pelayanan dilakukan dengan baik dan tidak berbelit-belit), X12 (Harga obat tidak lebih mahal dari apotek lain), X16 (Apotek bertanggung jawab bila ada kesalahan) dan X19 (Jam buka apotek panjang/24 jam). Variabel manifes X09 memiliki faktor loading yang lebih besar dari variabel lainnya,

mewakili pembentukan variabel laten, yaitu: **"Adanya prosedur pelayanan yang sederhana dan baik"**.

• **Faktor 2**

Terbentuk dari 4 variabel, yaitu : X14 (Pelayan apotek berusaha membantu pelanggan yang mengalami kesulitan pada waktu transaksi), X15 (Keluhan yang diajukan oleh pelanggan segera ditanggapi oleh pihak apotek), X17 (Pelanggan bisa berkonsultasi mengenai obat secara lebih mendalam), X18 (Kerahasiaan kondisi pelanggan terjamin). Variabel manifes X17 memiliki faktor loading yang lebih besar dari variabel lainnya, mewakili pembentukan variabel laten, yaitu : **"Apotek bisa membantu pelanggan secara lebih mendalam"**.

• **Faktor 3**

Terbentuk dari 4 variabel, yaitu : X03 (Fasilitas yang ada cukup memadai), X10 (Waktu menunggu sejak dilayani sampai mendapatkan obat tidak lama), X21 (Apotek tanggap terhadap saran dari luar) dan X22 (Jumlah pelayan memadai untuk melayani pelanggan yang datang). Variabel manifes X03 memiliki faktor loading yang lebih dari variabel lainnya, mewakili pembentukan variabel laten, yaitu : **"Sumberdaya yang dimiliki cukup memadai"**.

• **Faktor 4**

Terbentuk dari 3 variabel, yaitu : X06 (Pelayan apotek selalu berpenampilan rapi dan sopan), X07 (Pelanggan dilayani menurut urutan kedatangan) dan X08 (Pelayan apotek melayani dengan ramah dan penuh hormat). Variabel manifes X07 memiliki faktor loading yang lebih besar dari variabel lainnya, mewakili pembentukan variabel laten, yaitu : **"Pelanggan dilayani dengan ramah sesuai urutan kedatangannya"**.

• **Faktor 5**

Terbentuk dari 4 variabel, yaitu : X02 (Suasana di dalam apotek bersih dan terasa nyaman), X05 (Pelayan apotek segera menemui pelanggan yang baru datang), X20 (Apotek menyediakan obat dengan merk berbeda tetapi dengan kandungan sama) dan X27 (Pelayanan yang diberikan sama untuk setiap pelanggan tanpa melihat status sosial). Variabel manifes X05 memiliki faktor loading yang terbesar dari variabel lainnya, mewakili pembentukan variabel laten, yaitu: **"Pelayanan yang segera dan memberi kenyamanan"**.

• **Faktor 6**

Terbentuk dari 2 variabel, yaitu : X23 (Apotek bisa melayani pesanan obat melalui telepon) dan X26 (Kemasan barang yang dibeli cukup baik dan menarik). Variabel manifes X23 memiliki faktor loading yang lebih besar, mewakili pembentukan variabel laten, yaitu : **"Apotek bisa melayani pesanan obat melalui telepon"**.

• **Faktor 7**

Terbentuk dari 2 variabel, yaitu : X11 (Obat yang dibutuhkan oleh pelanggan selalu tersedia) dan X13 (Pelayan apotek menjelaskan petunjuk penggunaan obat dengan jelas dan dapat dimengerti). Variabel manifes X13 memiliki faktor beban yang lebih besar, mewakili pembentukan variabel laten, yaitu : **Petunjuk penggunaan obat yang jelas.**

• **Faktor 8**

Terbentuk dari 1 variabel, yaitu : X01, **"Lokasi apotek mudah dicapai"**.

• **Faktor 9**

Terbentuk dari 1 variabel, yaitu : X24, **"Terdapat layanan dokter di apotek"**.

• **Faktor 10**

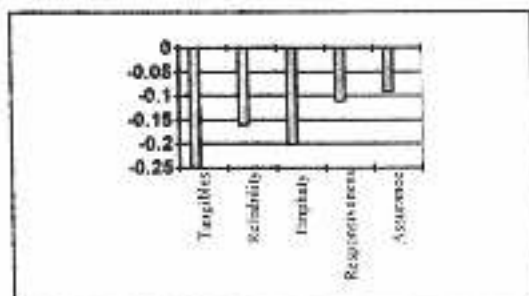
Terbentuk dari 1 variabel, yaitu : X25, **"Apotek menyediakan produk lain selain obat-obatan"**.

5.3 Analisis Hasil Perhitungan Servqual Analisis Perhitungan Nilai servqual Per dimensi (Servqual Dengan Bobot).

Dari perhitungan Analisis Faktor yang telah dilakukan dengan memperhitungkan bobot tiap dimensi, maka nilai Servqual yang diperoleh untuk masing-masing dimensi adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai Servqual Dimensi Kualitas Pelayanan

No	Dimensi Kualitas Pelayanan	Servqual (Gap)
1	tangibles	-0,25
2	Reliability	-0,16
3	Emphaty	-0,20
4	Responsiveness	-0,11
5	Assurance	-0,09
	Total	-0,81



Gambar 6 Grafik Nilai Servqual Per Dimensi Kualitas Pelayanan Apotek Ating III

Nilai total Servqual -0,81 menunjukkan penilaian pelanggan terhadap kualitas pelayanan yang selama ini dilakukan Apotek Ating III relatif belum memuaskan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai kepuasan yang masih negatif sehingga apabila ada karyawan yang berobat maka disarankan untuk berbelanja di Apotek Ating, *ZeitumI, Parasuraman dan Berry (1990)* dengan demikian secara keseluruhan pihak apotek masih harus meningkatkan kualitas pelayanan yang sekarang dilakukan.

Penyumbang tertinggi dalam ketidakpuasan pelanggan adalah dimensi *tangibles* (tampilan/wujud) sebesar -0,25. Hal ini menunjukkan bahwa dimensi ini merupakan dimensi yang paling tidak memuaskan pelayanannya diantara dimensi-dimensi lainnya dikarenakan fasilitas yang ada belum memadai dan tidak sesuai dengan keinginan pelanggan secara keseluruhan. Urutan penyumbang dalam ketidakpuasan pelanggan seterusnya adalah dimensi *emphaty* -0,20, *reliability* -0,16, *responsiveness* -0,11 dan *assurance* -0,09. Dengan nilai Servqual sebesar -0,09 pada dimensi *Assurance* (jaminan), maka dimensi ini dianggap sudah memenuhi harapan (cukup memuaskan) pelanggan.

5.4 Pembahasan Analisis Kluster

5.4.1 Analisis Jumlah Dan Karakteristik Anggota Kluster

Dari tabel terlihat bahwa dari 56 responden, kluster 1 beranggotakan 7 responden, kluster 2 beranggotakan 7 responden, kluster 3 beranggotakan 11 responden, kluster 4 beranggotakan 15 responden dan kluster 5 beranggotakan 16 responden. Karakteristik setiap kluster adalah sebagai berikut:

• Kluster 1

Kluster 1 ini beranggotakan pelanggan dengan jenis kelamin wanita, dengan umur antara 21-40 tahun, berpendidikan rata-rata SLTA dan bekerja sebagai Pegawai Negeri Sipil dan Pegawai swasta dengan penghasilan rata-rata setiap bulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 2.000.000,00. Dari pendapatan mereka perbulan tidak ada yang disisihkan untuk anggaran kesehatan. Anggota pada kluster 1 merupakan pelanggan yang mengutamakan kualitas pelayanan yang memuaskan walaupun harganya relatif mahal dibandingkan dengan pelayanan yang buruk walaupun harganya relatif murah. Berdasarkan hal-hal tersebut maka kluster 1 dinamakan segmen **“Wanita/ibu rumah tangga”**.

• Kluster 2:

Kluster 2 ini beranggotakan pelanggan dengan jenis kelamin pria, dengan umur antara 21-30 tahun, berpendidikan rata-rata SLTA dan bekerja sebagai pegawai swasta dengan penghasilan rata-rata setiap bulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 1.000.000,00. Dari pendapatan mereka perbulan tidak ada yang disisihkan untuk anggaran kesehatan. Anggota pada kluster 2 merupakan pelanggan yang mengetahui sendiri dengan pasti keberadaan Apotek Ating III. Para pelanggan ini lebih mengutamakan kualitas pelayanan yang memuaskan walaupun dengan harga yang relatif mahal dibandingkan dengan pelayanan yang buruk walaupun harganya relatif murah. Berdasarkan hal-hal tersebut maka kluster 2 dinamakan segmen **“Pria pegawai swasta”**.

• Kluster 3:

Kluster ini beranggotakan pelanggan dengan umur antara 21-40 tahun, berpendidikan rata-rata SLTA dan bekerja sebagai Pegawai Negeri Sipil dengan penghasilan rata-rata setiap bulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 1.000.000,00. Dari pendapatan mereka perbulan tidak ada yang yang disisihkan untuk anggaran kesehatan. Anggota pada kluster 3 merupakan pelanggan tetap apotek “Ating III” yang mengutamakan kualitas pelayanan yang memuaskan walaupun dengan harga yang relatif mahal dibandingkan dengan pelayanan yang buruk walaupun harganya relatif murah. Berdasarkan hal-hal tersebut maka kluster 3 dinamakan segmen **“Pelanggan tetap apotek Ating”**.

• **Klaster 4:**

Klaster ini beranggotakan pelanggan yang bervariasi dari segi umur dan tingkat pendidikan, tetapi rata-rata bekerja sebagai pegawai swasta dengan penghasilan rata-rata setiap bulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 1.000.000,00. Dari pendapatan mereka perbulan tidak ada yang disisihkan untuk anggaran kesehatan. Anggota pada klaster 4 merupakan pelanggan yang membutuhkan obat-obatan kebetulan melewati apotek Ating III dan melihat reklame (papan nama) sehingga mereka memutuskan untuk berbelanja kebutuhannya di Apotek Ating III. Pelanggan pada klaster 4 ini didominasi oleh pelanggan yang mengutamakan kualitas pelayanan yang memuaskan walaupun harganya relatif mahal, tetapi ada sebagian kecil pelanggan yang memilih harga yang relatif murah walaupun pelayanan yang diterima kurang memuaskan. Berdasarkan hal-hal tersebut maka klaster 4 dinamakan kelompok “Pelanggan tidak tetap”.

• **Klaster 5:**

Klaster 5 ini beranggotakan pelanggan dengan jenis kelamin yang sebanding antara pria dan wanita, dengan umur antara 21-40 tahun, dan tingkat pendidikan bervariasi dari SLTP hingga sarjana, bekerja sebagai pengusaha wiraswasta dengan penghasilan rata-rata perbulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 2.000.000,00. Dari pendapatan mereka perbulan tidak ada yang disisihkan untuk anggaran kesehatan. Anggota pada klaster 5 merupakan pelanggan tetap serta pelanggan yang sudah mengetahui keberadaan apotek “Ating III”. Keseluruhan anggota klaster ini lebih mengutamakan kualitas pelayanan yang memuaskan walaupun dengan harganya relatif mahal dibandingkan dengan pelayanan yang buruk walaupun harganya relatif murah. Berdasarkan hal-hal tersebut maka klaster dinamakan segmen “Pelanggan dari golongan menengah”.

5.4.2 Analisis Final Cluster Center

Dari 21 variabel yang signifikan untuk membedakan isi klaster, dapat dianalisis sikap konsumen yang termasuk klaster 1, klaster 2, klaster 3, klaster 4, dan klaster 5 dengan melihat nilai tertinggi antar tiap klaster. Dari kelima klaster yang terbentuk klaster 3 dan klaster 5 tidak mempunyai nilai ketidak-puasan klaster

yang tertinggi sehingga tidak menjadi klaster yang menjadi bahan analisis (Santoso, 2000).

1. Klaster 1; Beranggotakan responden yang mengutamakan variabel 4, 16, 19, 21, 22, 23 yang berisi responden yang mengharapkan apotek bisa melayani pemesanan obat melalui telepon.
2. Klaster 2; Beranggotakan responden yang mengutamakan variabel 5, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 25 dan 27 yang berisi responden yang mengutamakan pelayanan yang cepat dan akurat.
3. Klaster 4; Beranggotakan responden yang mengutamakan variabel 10, 12, 20 dan 24. Berisi responden yang mengutamakan sumberdaya apotek yang memadai.

5.5 Usulan Program Peningkatan Kualitas Pelayanan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pada penelitian ini, maka penyusunan program peningkatan kualitas pelayanan apotek “Ating III” harus memperhatikan segmen-segmen pelanggan yang memiliki nilai ketidakpuasan yang relatif tinggi, yaitu segmen pelanggan yang terdapat pada klaster 1, 2 dan 4.

Dimana pelanggan dari klaster 1, 2 dan 4 menekankan pada variabel-variabel kualitas pelayanan :

1. Apotek bisa melayani pemesanan obat melalui telepon (Klaster 1)
2. Pelayanan yang cepat dan akurat (Klaster 2)
3. Sumber daya apotek yang memadai (Klaster 4)

5.5.1 Program Peningkatan Kualitas Pelayanan Jangka Pendek

Berdasarkan hal-hal tersebut maka apotek “Ating III” dapat menentukan kebijakan strategi pelayanan konsumen sebagai berikut:

1. Layanan Pemesanan Obat melalui telepon (Diutamakan untuk pelanggan klaster 1)
2. Penanganan keluhan yang diajukan oleh pelanggan dengan baik (Diutamakan untuk pelanggan klaster 2)
3. Pembinaan sikap karyawan dalam pelayanan terhadap pelanggan (Diutamakan untuk pelanggan klaster 2)
4. Meningkatkan kualitas wujud fisik (Diutamakan untuk pelanggan klaster 4)

Tabel 8 Rekapitulasi Program Jangka Pendek Peningkatan Kualitas Pelayanan Apotek "Ating III"

Program	Sasaran	Tindakan yang dilakukan	Indikator
Layanan pemesanan obat melalui telepon (Ditutamakan untuk Pelanggan Klaster 1)	Memberikan kemudahan kepada pelanggan	<ul style="list-style-type: none"> • Penyediaan line telepon untuk pemesanan • Pengadaan fasilitas pengantaran obat 	Obat yang diterima sesuai dengan yang dibutuhkan oleh pelanggan
Strategi pemasaran melalui iklan (Ditutamakan Untuk Pelanggan Klaster 2)	Strategi pemasaran, yaitu, kepada pelanggan baru atau lama dilaksanakan dengan baik	Pada saat pelaksanaan dan pengontrolan kepada para karyawan mengenai pelaksanaan kegiatan pemasaran	Kemampuan dalam menangani terhadap keluhan-keluhan dengan sikap yang ramah
Terbina sikap karyawan dalam pelayanan terhadap pelanggan (Ditutamakan Untuk Pelanggan Klaster 2)	Membuat dan melaksanakan standar pelayanan terhadap pelanggan	Membuat dan melaksanakan standar pelayanan terhadap pelanggan yang baik dan benar	Sikap karyawan lebih ramah terhadap kebutuhan pelanggan
Meningkatkan kualitas layanan (Ditutamakan Untuk Pelanggan Klaster 4)	Meningkatkan fasilitas yang dibutuhkan oleh pelanggan	<ul style="list-style-type: none"> • Penyediaan tempat parkir yang layak • Fasilitas tanpa antrian • Menjalankan pelayanan obat 	Kelengkapan dan perawatan terhadap pelanggan secara penuh

5.5.2 Program Peningkatan Kualitas Pelayanan Jangka Panjang

Untuk strategi jangka panjang diusulkan program-program sebagai berikut:

- Sistem promosi yang disesuaikan dengan etika bisnis apotek (Ditutamakan untuk pelanggan klaster 2)

- Sistem penjualan swalayan untuk jenis obat bebas (Ditutamakan untuk pelanggan klaster 2)
- Komputersasi penyediaan obat (Ditutamakan untuk pelanggan klaster 4)

Tabel 9 Rekapitulasi Program Jangka Panjang Peningkatan Kualitas Pelayanan Apotek "Ating III"

Program	Sasaran	Tindakan yang dilakukan	Indikator
Promosi (Ditutamakan untuk Pelanggan Klaster 2)	Jenis pemasaran/apotek, Ating serta strategi pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuatan strategi pemasaran yang lebih representatif • Menjadikan strategi pemasaran yang baik dan benar yang harus dilakukan oleh karyawan 	Semakin meningkat pelayanan yang berlangsung di apotek
Sistem penjualan swalayan (Ditutamakan untuk Pelanggan Klaster 2)	Membuatkan kemudahan kepada pelanggan dalam bertransaksi	Penyediaan fasilitas swalayan seperti misalnya yang di gunakan para pembeli	Pelanggan semakin nyaman dalam berbelanja
Komputersasi pelayanan obat (Ditutamakan untuk pelanggan klaster 4)	Peningkatan dan kelengkapan obat yang dibutuhkan dengan otomatis	Melaksanakan program komputersasi dalam pelayanan apotek dengan sistem yang terpadu antara lain di apotek Ating	Apotek akan semakin berkembang sehingga lebih cepat kelengkapan obat yang dibutuhkan

6. Simpulan Dan Saran

6.1 Simpulan

Kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Dari 27 variabel tersebut terbentuk menjadi 10 faktor yang berpengaruh terhadap kualitas pelayanan di apotek "Ating III", yaitu:
 1. Jaminan pelayanan yang baik, dengan bobot 3,041
 2. Bisa membantu pelanggan lebih mendalam dengan bobot 2,71
 3. Sumberdaya cukup memadai dengan bobot 2,646
 4. Keramahan dalam pelayanan dengan bobot 1,927
 5. Pelayanan yang segera dan memberi kenyamanan, dengan bobot 2,572
 6. Melayani pesanan obat melalui telepon, dengan bobot 1,503
 7. Petunjuk penggunaan obat yang jelas dengan bobot 1,131
 8. Lokasi apotek mudah dicapai, dengan bobot 0,892
 9. Terdapat layanan dokter di apotek, dengan bobot 0,767
 10. Apotek menyediakan produk lain selain obat-obatan dengan bobot 0,810

Dengan melihat bobot kepentingan yang dimiliki tiap faktor tersebut, maka bobot yang lebih tinggi nilainya dijadikan sebagai prioritas peningkatan kualitas pelayanan. Nilai bobot tersebut mencerminkan prioritas harapan pelanggan terhadap faktor pelayanan yang diinginkan.

2. Berdasarkan karakter responden, terdapat perbedaan pada persepsi dan ekspektasi diantara setiap pelanggan yang akan menentukan tingkat kepuasannya. Pengelompokan karakter pelanggan yang dilakukan berdasarkan perilaku kepuasannya terhadap pelayanan apotek "Ating III", maka diperoleh kelompok pelanggan yang berkarakter sebagai berikut:

- Wanita/ibu rumah tangga, dengan usia antara 21-40 tahun, berpendidikan rata-rata SLTA dan bekerja sebagai Pegawai Negeri Sipil dan Pegawai swasta dengan penghasilan rata-rata setiap bulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 2.000.000,00. Para pelanggan pada segmen ini menginginkan adanya pelayanan extra kepada para pelanggan

dengan adanya pelayanan pesanan obat melalui telepon. Lebih mengutamakan pelayanan yang memuaskan walau dengan harga yang relatif mahal.

- Pria dengan usia antara 21-30 tahun, berpendidikan rata-rata SLTA dan bekerja sebagai pegawai swasta dengan penghasilan rata-rata setiap bulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 1.000.000,00, mengetahui sendiri dengan pasti keberadaan Apotek Ating III. Para pelanggan pada segmen ini menginginkan adanya pelayanan yang cepat serta pelanggan bisa berkonsultasi mengenai obat secara lebih mendalam. Lebih mengutamakan pelayanan yang memuaskan walau dengan harga yang relatif mahal.
- Bervariasi dari segi umur dan tingkat pendidikan, pegawai swasta dengan penghasilan rata-rata setiap bulan berkisar antara Rp. 500.000,00 – Rp. 1.000.000,00, bukan pelanggan tetap (memerlukan obat dan kebetulan melewati apotek "Ating III", melihat reklame dan memutuskan untuk berbelanja kebutuhannya di apotek "Ating III"). Para pelanggan pada segmen ini menginginkan adanya sumberdaya apotek yang memadai dengan tersedianya fasilitas pelayanan dokter di apotek. Lebih mengutamakan harga yang relatif murah walau dengan pelayanan yang kurang memuaskan

Dari tiga kelompok pelanggan di atas, diketahui bahwa para pelanggan apotek "Ating III" rata-rata lebih mementingkan pelayanan yang baik dan memuaskan dengan mengesampingkan masalah harga obat yang mereka beli.

3. Nilai total Servqual sebesar -0,81 menunjukkan bahwa kualitas pelayanan yang dilakukan oleh apotek "Ating III" relatif belum memuaskan. Urutan terbesar penyumbang ketidakpuasan adalah dimensi *tangible*, hal ini karena tidak adanya fasilitas layanan dokter dan kurang memadainya luas tempat parkir kendaraan dengan demikian usulan program yang dapat diberikan kepada pihak apotek "Ating III" dalam rangka peningkatan kualitas pelayanan adalah sebagai berikut:

➤ *Program jangka pendek :*

1. Layanan Pemesanan Obat melalui telepon (Diutamakan untuk pelanggan klaster 1)
2. Penanganan keluhan yang diajukan oleh pelanggan dengan baik (Diutamakan untuk pelanggan klaster 2)
3. Pembinaan sikap karyawan dalam pelayanan terhadap pelanggan (Diutamakan untuk pelanggan klaster 2)
4. Meningkatkan kualitas wujud fisik (Diutamakan untuk pelanggan klaster 4)

➤ *Program jangka panjang :*

1. Sistem promosi yang disesuaikan dengan etika bisnis apotek (Diutamakan untuk pelanggan klaster 2)
2. Sistem penjualan swalayan untuk jenis obat bebas (Diutamakan untuk pelanggan klaster 2)
3. Komputerisasi penyediaan obat (Diutamakan untuk pelanggan klaster 4)

6.2 Saran

Penelitian ini hanya memberikan beberapa variabel persepsi dan ekspektasi pelanggan terhadap pelayanan apotek "Ating III", belum memberikan informasi mengenai persepsi karyawan apotek itu sendiri. Untuk itu, bagi peneliti lain yang mempunyai minat melakukan penelitian di bidang yang sama, tidak tertutup kemungkinan untuk mengembangkan penelitian ini dengan menginteraksikan persepsi pelanggan dengan persepsi karyawan sehingga akan diperoleh suatu tinjauan tentang kepuasan yang menyeluruh dan berimbang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alma, Buchari., "Manajemen Pemasaran Dan Pemasaran Jasa", Penerbit ALFABETA, Bandung, 1992.
2. Azis, Reina Rachmatillah., "Pengukuran Kepuasan Pelanggan Di Apotek Koperasi Pegawai Rumah Sakit Umum Hasan Sadikin " Tugas Akhir Program Studi Magister

Manajemen Bisnis Dan Administrasi Teknologi ITB, Bandung, 1998.

3. Bangs Jr, David H., "The Start Up Guide". Edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.
4. Dillon, William R., dan Goldstein, Mathew., "Multivariate Analysis Methode and Application". John Wiley & Son Inc., 1984.
5. HDW, Hartono., "Manajemen Apotek". Depot Informasi Obat, Jakarta, 1998.
6. Mangkuncegara, Anwar Prabu., "Perilaku Konsumen", PT. Eresco, Bandung, 1988.
7. Moenir, H.A.S., "Manajemen Pelayanan Umum Di Indonesia", Bumi Aksara, Jakarta, 1992.
8. Nasrudin, Deni., "Pengukuran Kualitas Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan Rental VCD Ultra Disc". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri Universitas Jenderal Achmad Yani, Bandung, 2003.
9. Kotler, Philip., "Manajemen Pemasaran Analisis, Perencanaan, Implementasi dan Pengendalian". Edisi keenam, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1993.
10. Peters, Jan Hendrik., and Ameijde, Leni Van., "Hospitality In Motion, State of the Art in Service Management", Gramedia, Jakarta, 2003.
11. Rani. Pipit., "Analisis Kepuasan Pasien Terhadap Pelayanan di instalasi Gawat Darurat (Studi Kasus Di dua Rumah Sakit)". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri Universitas Jenderal Achmad Yani, Bandung, 2004.
12. Santoso, Singgih., "SPSS Statistik Parametrik". PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 2000.
13. Santoso, Singgih., dan Tjiptono F., "Riset Pemasaran, Konsep dan Aplikasi Dengan SPSS". PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 2001.
14. Schiffman, Leon G and Kanuk, Leslie L., "Consumer Behaviour", eighth edition, Pearson Education, Inc., New Jersey, 2004.
15. Singarimbun, Masri., Dan Effendi, Sopyan., "Metodologi Penelitian Survey", LP3ES Jakarta, 1987.
16. Sugiyono., "Statistik untuk Penelitian". CV. Alfabeta. Bandung, 2000.
17. Supranto, J., "Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan", Rineka Cipta, Jakarta, 2001.
18. Walpole, Ronald E. "Pengantar Statistik Edisi ke-3". Jakarta, PT. Gramedia, 1990.

19. Zeithaml, Valerie A., Parasuraman A. and Berry, Leonard L. *Delivering Quality Service : Balancing Customer Perceptions*

and Expectations". The Free Press, New York, 1990.

UJI PENGGUNAAN SIANIDA SEBAGAI SUMBER KARBON DAN ATAU NITROGEN OLEH BAKTERI *BACILLUS CEREUS* DAN *PSEUDOMONAS FLUORESCENS*

Oleh:
Elin Nurlina

Dalam Peraturan pemerintah (PP) No 19/1994 dan PP No.12/1995 tentang limbah B3 (Bahan berbahaya dan beracun), sianida dan senyawa-senyawa termasuk dalam kelompok bahan berbahaya dan beracun. Banyak sumber sianida di lingkungan, salah satunya bersumber dari buangan industri tapioka dan industri elektroplating. Karena itu upaya pengolahan limbah untuk menghilangkan racun sianida perlu dilakukan.

Pengolahan limbah biologi dengan sistem lumpur aktif, diarahkan untuk menurunkan atau menyisihkan substrat yang mengandung sianida dengan menggunakan jasa mikroba. Namun . Untuk lebih jauh mengetahui bagaimana pemanfaatan senyawa sianida oleh mikroba yang terkandung dalam air buangan tersebut, dalam penelitian ini dilakukan uji penggunaan sianida oleh bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas fluorescens*, yang merupakan bakteri dominan hasil isolasi dari sistem pengolah limbah tersebut. Uji dengan menggunakan variasi komposisi media dengan menggunakan senyawa KSCN sebagai pengganti sumber karbon dan atau nitrogen, dilakukan dengan menggunakan reaktor batch pada kondisi aerob.

Dari hasil uji penggunaan sianida, menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus cereus* mampu menggunakan sianida sebagai sumber karbon dan nitrogen dengan laju pertumbuhan spesifik (μ) sebesar $\mu = 0.0061/\text{Jam}$. Sedangkan bakteri *Pseudomonas fluorescens* mampu menggunakan sianida hanya sebagai sumber nitrogen dengan laju pertumbuhan spesifik (μ) sebesar $\mu = 0.0085/\text{Jam}$

Kata Kunci: Limbah B3, Sianida, KSCN, Lumpur aktif, *Bacillus cereus* , *Pseudomonas fluorescens*

I. Pendahuluan

Sianida merupakan senyawa organik atau anorganik yang mengandung gugus siano (CN^-) sebagai bagian dari struktur penyusun senyawanya. Keberadaan sianida dapat berbentuk sebagai gas atau cairan asam sianida (HCN), yang disebut pula sebagai asam prussik. Senyawa sianida yang berada dalam bentuk ion sianida (CN^-) dibagi atas dua jenis, yaitu sianida sederhana dan sianida kompleks (APHA,1989). Sianida sederhana seperti ditulis dengan rumus $\text{A}(\text{CN})_x$ dimana A merupakan alkali (sodium, potasium, ammonium) atau logam, dan x adalah valensi dari A yang merupakan jumlah kelompok sianida. Senyawa sianida kompleks memiliki berbagai macam rumus, tetapi pada umumnya ditulis dengan $\text{AyM}(\text{CN})_x$, dimana A merupakan jenis alkali, y

jumlah alkali, M merupakan jenis logam (besi, kadmium, tembaga, nikel, perak seng, dsb) dan x merupakan jumlah kelompok sianida. Adanya berbagai jenis logam, dapat menyebabkan terbentuk senyawa kompleks sianida dengan afinitas yang berbeda. Senyawa kompleks besi sianida sangat stabil pada suasana gelap. Namun senyawa ini akan mengalami fotolisis secara cepat dan ekstensif pada keadaan larutan yang encer dan terkena sinar matahari. Dalam senyawa kompleks yang kuat, sianida tidak dapat terdeteksi dengan analisis sianida biasa kecuali dengan perlakuan distilasi dari metal sianida (APHA, 1989). Senyawa sianida sederhana seperti NACN atau KCN dalam air akan terdisosiasi dan terhidrolisa menjadi CN^- dan HCN . HCN merupakan salah satu senyawa yang sangat toksik (APHA,1989). Sianida dalam

bentuk HCN jika lingkungan berada pada pH kurang dari 8 dan temperatur lebih dari 25 °C.

II. Sianida dalam tanaman

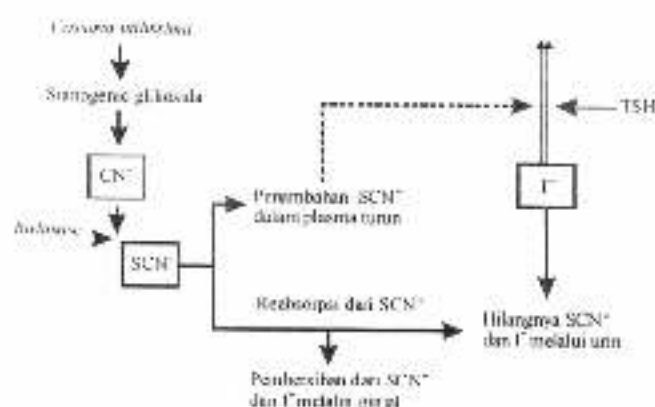
Senyawa sianida dalam tanaman berada dalam bentuk sianogen glikosida. Senyawa ini terdapat pada akar dan ubi beberapa jenis tanaman, seperti peach, shorgum, plum, apricot dan cassava atau ketela pohon. Adanya enzim pada beberapa bagian tanaman seperti buah akan menghidrolisis glikosida dan menghasilkan HCN yang bersifat racun. Hidrolisis dari amygdalin (senyawa aktif dari leatril) oleh enzim emulsin menghasilkan benzaldehid dan HCN. β -Glukosidase yang terdapat dalam biji, akar, buah, dan saluran gastrointestinal, akan mengkonversi amigdalin menjadi HCN pada manusia. Sumber yang umum sianogen glikosida adalah *Amigdaln* dari biji almond, apricot yang terasa pahit dan *Prunasin* dari buah cheeri. Prunasin adalah metabolit primer dari amygdalin yang dihasilkan secara oral. Hal ini dihasilkan pada absorpsi mukosa. Selain itu β -Glukosidase juga terdapat pada *dhurin* dari *shorgum vulgare*, *Bambusa arundinacea*, *Zeamays*; *Zierin* dari *Zieria laevigata* (Rutaceae); *Linamarin* pada ketela pohon. Pada umumnya ketela pohon pahit memiliki konsentrasi sianida yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketela pohon manis. Sianogen glikosida terdapat pada semua bagian ketela pohon, tetapi konsentrasinya bervariasi tergantung pada varietas, iklim dan kondisi kultur. Linamarin dan lotoustralin pada ketela pohon terbentuk dari adanya asam amino valin dan isoleusin sebagai senyawa precursor. Produk hidrolisis adalah D-glukosa, HCN dan D-glukosa, HCN dan *p*-hidroksibenzaldehid.

III. Dampak sianida terhadap kesehatan

Sianida mempunyai efek racun terhadap sel hidup dengan memberikan tiga mekanisme sbb:

- Membentuk ikatan dengan logam valensi dua atau tiga dalam metallo enzim seperti sitokrom oksidase
- Bereaksi dengan senyawa keton membentuk turunan sianohidrin dari substrat enzim
- Bereaksi dengan basa Schiff intermediat selama reaksi enzimatik membentuk turunan nitril yang stabil.

Dosis fatal bagi kesehatan manusia dewasa yang memasuki tubuh secara oral dari senyawa sianida dalam bentuk HCN kadarnya adalah 50 mg, sedangkan senyawa dalam bentuk garam sianida misalnya KCN dosis secara oral adalah 200 - 300 dan dosis letal bagi anak-anak adalah 1.2 - 5 mg. Gejala keracunan yang akut antara lain adalah sesak napas, muntah-muntah jantung berdetak secara cepat dan kolaps vaskular, sedangkan gejala keracunan yang kronis antara lain adalah sakit kepala, pusing, dan pembengkakan kelenjar tiroid (Lederberg, 1992). Detoksifikasi sianida dalam tubuh dapat terjadi karena sianida di dalam tubuh mengalami biotransformasi oleh rodanase (enzim mitokondrial) pada hati dan pada tubuh bagian lain yang berfungsi sebagai katalis dalam transfer belerang ke sianida membentuk tiosianat. Tiosianat mempunyai toksisitas lebih kecil daripada sianida. Mekanisme yang terjadi dari Cassava dalam detoksifikasi dan deplesi tiroid (Erman et al. 1973) adalah seperti dalam Gambar 1.



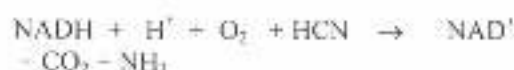
Gambar 1 Model Toksikologi Aksi genotipik dari Cassava pada Deplesi Tiroid dan Detoksifikasi

Laju detoksifikasi sianida tergantung pada konsentrasi sianida dalam plasma sel. Hasil detoksifikasi tersebut dikeluarkan melalui urin.

IV. Penggunaan Sianida oleh Mikroorganisme

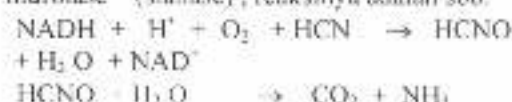
Mikroorganisme dapat menggunakan sianida sebagai sumber karbon dan atau nitrogen, namun dalam beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penyisihan sianida dapat diperbaiki dengan adanya penambahan sumber karbon organik (Gaudy, 1981). Asam amino, misalnya glycine dapat menjadi prekursor bagi metabolisme sianida.

Mikroba yang berperan dalam degradasi senyawa sianida yaitu dari jenis *Pseudomonas* yang akan mendegradasi menjadi format dan amonia (J.J Gauthier, dalam Knowless 1988) atau dengan melepaskan amonia dan senyawa lainnya (Mudder & Whitlock, 1984, dalam Knowless 1988). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa *Pseudomonas fluorescens* dapat menggunakan sianida dengan melepaskan amonia dengan reaksi stoisometri (Knowles, 1983) sbb:



Terjadi dua mekanisme yang mungkin terjadi, yaitu:

1. Reaksi dooksigenase seperti reaksi tersebut di atas
2. Aktivitas monooksigenase ditambah sianat hidrolase (sianase), reaksinya adalah sbb:



Beberapa kemungkinan terjadinya proses asimilasi sianida sebagai sumber karbon dan atau nitrogen oleh mikroorganisme dapat dilakukan melalui berbagai cara, yaitu:

1. Melalui pembentukan β -sianoalanin dan Aspartat, yaitu:
 $\text{HCN} + \text{Sistein} \rightarrow \beta\text{-sianoalanin} \rightarrow \text{Aspartat} + \text{NH}_3$
 dengan menggunakan β -sianoalanin sintase dan nitrilase atau nitril hidrotase dengan amidase

2. Melalui bentukan mandelinitril (benzaldehida sianohidrin) oleh mandelonitrillase.

Mandelonitril dengan bantuan nitrilase atau nitril hidratase dan amidase, dengan melepaskan ammonia yang dapat disimilasi lebih lanjut. Reaksi yang terjadi adalah:



3. Melalui pembentukan amonia oleh sianidase atau sianida hidratase dan formamidase.

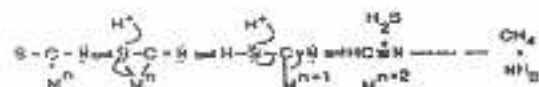
Melalui pembentukan tiosianat oleh rodanase (tiosianat sulfur transferase), diikuti dengan pelepasan amonia dan tiosianat, mekanisme reaksinya:



diikuti dengan lepasnya amonia dari tiosianat

3. Reduksi CN^- dan SCN^- oleh Enzim Nitrogenase

Nitrogenase dapat mengkatalisis substrat yang mengandung ikatan rangkap dua dan rangkap tiga dari C-C, C-N, N-N dan N-O. Namun pada akhir-akhir ini ditunjukkan pula bahwa nitrogenase dapat mereduksi pula ikatan C-S dari COS dan C=O dari CO_2 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa COS analog dengan SCN^- . Reduksi dari SCN^- oleh nitrogenase berdasarkan hasil analisa pada spektrum "Elektron para magnetic resonance (EPR)" dihasilkan senyawa CH_4 , HCN , H_2S dan NH_3 . Reaksi yang terjadi dari hasil reduksi SCN^- oleh enzim nitrogenase adalah sbb:

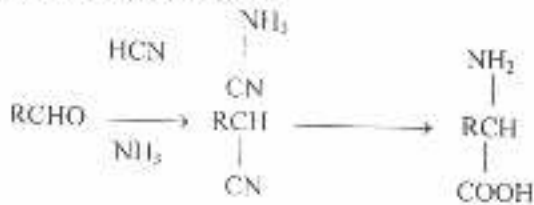


Reduksi SCN^- diduga meliputi dari reduksi dua elektron dari ikatan C-S untuk membentuk H_2S dan HCN yang mekanisme reaksinya adalah:

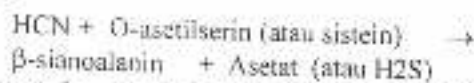


Mikroba dominan pendegradasi limbah yang berhasil diisolasi oleh Bruggeman dan Gaudy (1981) adalah Bakteri dari genus *Bacillus* dan *Klebsiella*. Kedua genus tersebut resisten terhadap efek inhibitor sianida, bahkan mampu memetabolisme sianida. Proses degradasi sianida

oleh beberapa jamur, dilakukan dengan adanya perubahan H^+CN menjadi alanin atau glutamat, dengan reaksi:



Chromobacterium violaceum dapat mengubah senyawa sianida menjadi β -sianoalanin dengan bantuan enzim β -sianoalanin sintase melalui reaksi :



Sementara itu Bunch dan Knowles (1980) menemukan bahwa sianida mengalami biotransformasi menjadi CO_2 oleh lumut salju. Namun reaksi konversinya belum diketahui.

V. Uji Penggunaan Sianida oleh mikroba

Sebagai substrat uji penggunaan sianida digunakan senyawa KSCN (kalium tiosianat). Media yang digunakan untuk melakukan uji tersebut terdiri atas 4 komposisi.

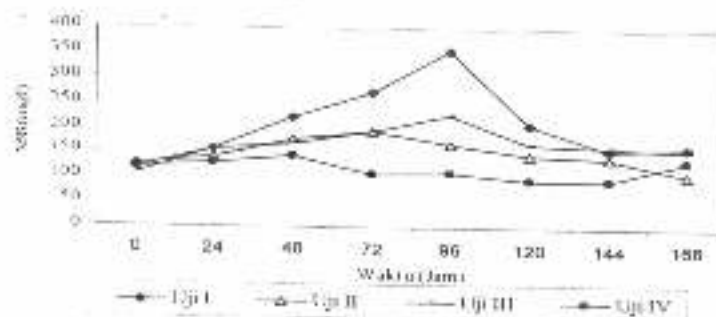
1. Komposisi media uji lengkap dengan sumber karbon (Glukosa) dan nitrogen (Amonium sulfat) untuk

pertumbuhan mikroba. Digunakan sebagai Kontrol.

2. Komposisi media uji dimana KSCN digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan
3. Komposisi media uji dimana KSCN digunakan sebagai sumber Nitrogen
4. Komposisi media Uji dimana KSCN digunakan sebagai sumber karbon dan atau Nitrogen

V.1 Uji Pertumbuhan Dan Penggunaan Sianida oleh Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Pseudomonas fluorescens yang digunakan dalam uji ini, merupakan bakteri dominan hasil isolasi dan determinasi yang bersumber dari lumpur aktif yang digunakan dalam pengolahan limbah industri tapioka. Dari hasil uji kualitatif menunjukkan adanya pertumbuhan pada media Uji III, yaitu media yang menggunakan KSCN sebagai sumber nitrogen. Namun sebagai perbandingan, dalam pengukuran pertumbuhannya dilakukan pula terhadap media uji pertumbuhan yang lainnya yaitu pada media uji I (kontrol), media uji II, dan IV. Dari hasil pengukuran absorbansi kekeruhan bakteri pada media cair dengan menggunakan KSCN sebagai sumber karbon dan atau nitrogen, kurva tumbuh bakteri *Pseudomonas fluorescens* terdapat pada Gambar. II



Gambar II. Kurva Tumbuh Bakteri *Pseudomonas fluorescens* Pada 4 Media Uji

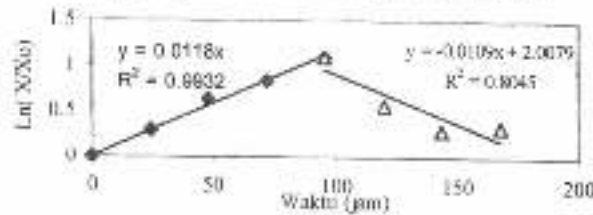
Pertumbuhan mikroba tersebut, dalam media uji II yaitu media dengan menggunakan KSCN sebagai sumber karbon pertumbuhan tidak begitu baik, laju pertumbuhannya adalah 0.00062/jam, sedangkan laju kematiannya adalah 0.0048/jam. Pada media uji IV, setelah mikroba tersebut berada dalam fasa lag yang sangat lama, tidak terlihat adanya peningkatan jumlah sel.

bahkan menunjukkan adanya fase kematian. Hal ini, selain kemungkinannya bakteri tidak mampu mengadaptasikan diri terhadap lingkungan yang baru, penggunaan substrat, dari KSCN yang dijadikan sebagai sumber karbon mikroorganisme aerob terhambat prosesnya. Sehingga akan berpengaruh terhadap perkembangan pertumbuhannya. Adanya

perubahan lingkungan, memungkinkan mikroba harus beradaptasi terhadap sumber karbon dan

nitrogen yang baru

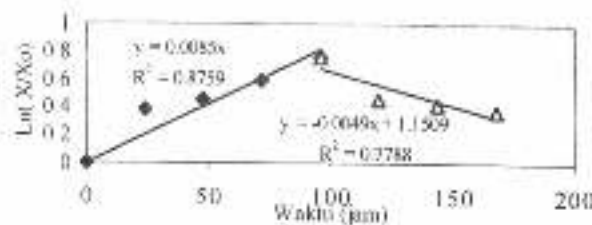
Gambar 4.7(a) Laju Pertumbuhan Pada Uji Tumbuh I



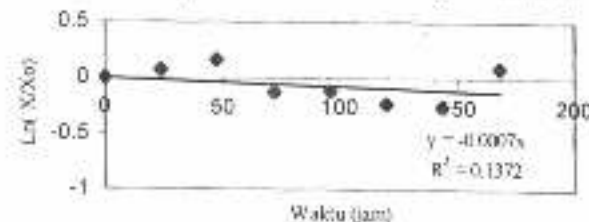
Gambar 4.7(b) Laju Pertumbuhan Pada Uji Tumbuh II



Gambar 4.7(c) Laju Pertumbuhan Pada Uji Tumbuh III



Gambar 4.7(d) Laju Pertumbuhan Pada Uji Tumbuh IV



Gambar III Grafik laju pertumbuhan spesifik *Pseudomonas fluorescens* pada media uji I (a), media uji II (b), media uji III (c) dan media uji IV (d)

Menurut Hinshelwood (1946), sifat adaptif bakteri dapat mempengaruhi pola pertumbuhan, yaitu terjadinya:

- Kurva pertumbuhan gabungan, menyebabkan tidak adanya fasa lag, tetapi pertumbuhan langsung eksponensial, atau adanya 2 kurva pertumbuhan gabungan, dan sebagainya
- Adaptasi pada Mean Generation Time

Mean Generation Time dapat menjadi lebih lama karena adaptasi bakteri terhadap kondisi yang baru.

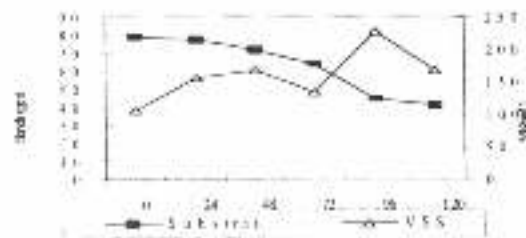
- Fase lag yang luar biasa panjang
- Kegagalan adaptasi, yang dapat mengakibatkan kematian bakteri.

Tidak tumbuhnya bakteri yang ditanam dalam media uji IV, disebabkan karena kemungkinan adanya kegagalan adaptasi dalam media KSCN

yang dijadikan sebagai sumber karbon dan nitrogen. Dalam hal ini, mikroba membutuhkan media pendukung yang dapat dijadikan sebagai sumber energi untuk terjadinya pertumbuhan. Terlihat dari adanya pertumbuhan pada media uji III, yaitu selain dari KSCN, pada media tersebut ditambahkan glukosa. Sedangkan bakteri yang ditanam pada media uji II, pertumbuhan terjadi setelah membutuhkan waktu adaptasi yang agak lama yaitu sekitar 40 jam. Konstanta laju pertumbuhan spesifik *Pseudomonas fluoresces*

dalam masing-masing media uji dapat diperoleh dari Gambar III.

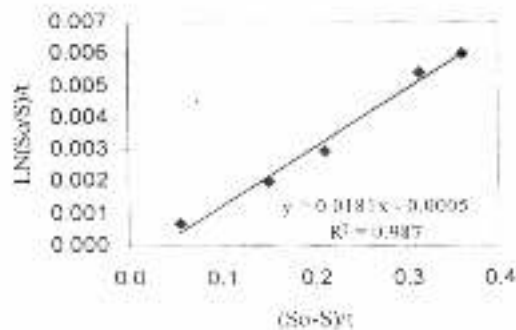
Perolehan harga μ pada media uji III dari gambar tersebut adalah 0.0085 Jam^{-1} . Sedangkan pada media IV, karena bakteri tidak mengalami pertumbuhan, nilai μ yang diperoleh adalah -0.0007 Jam^{-1} . Selama pertumbuhan dalam media uji III, yaitu media dengan KSCN digunakan sebagai sumber nitrogen, penggunaan substrat oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens* terlihat seperti dalam Gambar IV



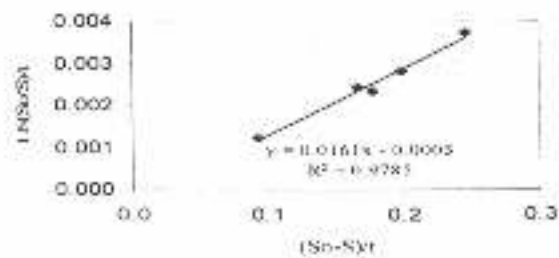
Gambar. IV. Kurva pertumbuhan *Pseudomonas fluorescens* dan penyisihan substrat pada Media Uji III

Dari kurva tersebut tampak bahwa kemampuan bakteri dalam penyisihan substrat berkisar 50%, karena substrat pada akhir pertumbuhan, kadarnya sekitar 40 ppm dari konsentrasi awal yang diberikan sebanyak 80 ppm. Berdasarkan

hasil penghitungan dengan menggunakan persamaan Henri, laju penggunaan substrat pada media uji tersebut adalah 0.0085 mg/L/Jam . Kurva dari persamaan tersebut, dapat dilihat seperti pada Gambar V(A)



A



B

Gambar.V. Grafik Percantian Laju Penggunaan Substrat Oleh *Pseudomonas fluorescens* Pada Media Uji III (A) Pada Media Uji III(B)

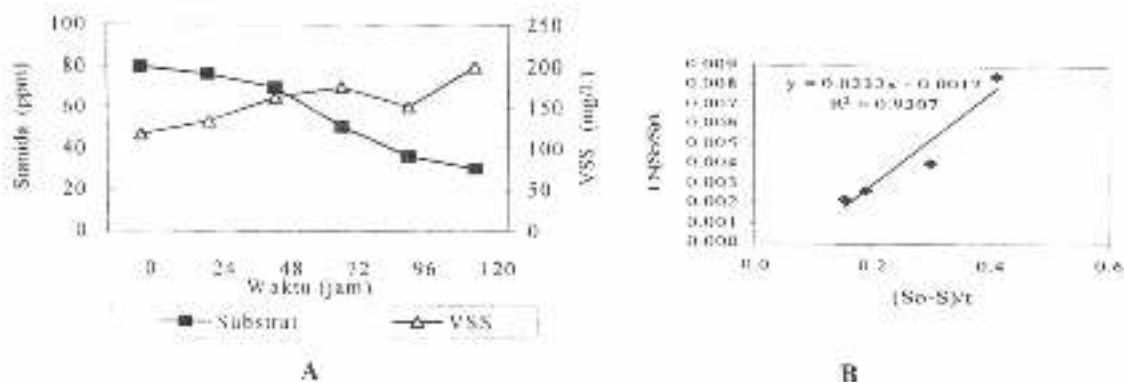
Berdasarkan grafik tersebut Selain diperoleh harga laju penggunaan substrat juga dapat ditentukan harga K_m , yaitu 55.243 mg/L . Angka ini relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan harga K_m pada media uji II, yaitu 62.118 mg/L , seperti yang terlihat dari Gambar V(B)

Dari perbandingan harga tersebut bahwa afinitas substrat terhadap mikroba pada media uji III relatif lebih besar dibandingkan dengan pada media uji II. Kemungkinan yang terjadi pada media uji III, menurut Page (1985) dimana glukosa sebagai sumber energi, dari hasil metabolisme glukosa akan dilepaskan energi. Sebagian dari perubahan energi bebas yang besar

akan disimpan dalam bentuk molekul koenzim NADH yang tereduksi yang bertindak sebagai bahan bakar untuk rantai respirasi setelah mengalami oksidasi. NADH juga merupakan salah satu enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi senyawa sianida (Knowles, I.C. 1988). Tidak tumbuhnya bakteri yang ditanam dalam media uji IV, disebabkan karena kemungkinan adanya kegagalan adaptasi dalam media KSCN yang dijadikan sebagai sumber karbon dan nitrogen. Dalam hal ini, mikroba membutuhkan media pendukung yang dapat dijadikan sebagai sumber energi untuk terjadinya pertumbuhan.

V.2 Uji Pertumbuhan Dan Penggunaan KSCN oleh Bakteri *Bacillus cereus*

Bakteri *Bacillus cereus* merupakan bakteri hasil isolasi dari limbah tapioka. Uji pertumbuhan dan penggunaan sianida dilakukan pada bakteri tersebut, karena termasuk bakteri dominan yang terdapat dalam limbah, juga dari hasil uji kualitatif menunjukkan adanya pertumbuhan pada media Uji IV, yaitu media yang menggunakan sianida dari KSCN sebagai sumber karbon dan sumber nitrogen. Hasil pengukuran absorbansi terhadap pertumbuhan mikroba, dan penyisihan substrat selama pertumbuhannya dalam media uji IV, dapat dilihat dalam Gambar VI.

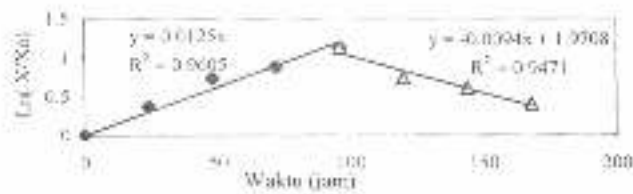


Gambar VI. Kurva Pertumbuhan (A) Dan Penentuan Laju Penggunaan Sianida(B) Bakteri *Bacillus cereus* Pada Media Uji IV

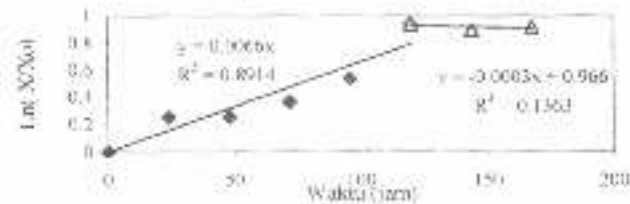
Laju penggunaan substrat oleh bakteri *Bacillus* pada media uji IV, yang didapat dengan menggunakan persamaan Henri, diperoleh seperti yang dalam Gambar VIB. Dari persamaan tersebut diperoleh harga $K_m = 43.1034$ mg/L dan harga laju penggunaan substrat, $V_m = 0.1038$ mg/L/Jam. Harga tersebut merupakan harga terapan Michelis-Menten. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri tersebut dapat tumbuh pada media dengan KSCN sebagai sumber karbon dan nitrogen. Dan hal ini menunjukkan bahwa *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang resisten terhadap efek toksik dari sianida.

Dalam media IV, yaitu media KSCN disiapkan sebagai sumber karbon dan nitrogen, mikroba tumbuh dengan laju 0.0057 Jam^{-1} (Gambar VII d), merupakan laju tumbuh yang paling besar jika dibandingkan dengan laju pertumbuhan mikroba lainnya yang ditumbuhkan pada media yang sama, walaupun waktu yang dibutuhkan untuk mencapai fase eksponensialnya relatif lama. Pada media uji III yaitu media KSCN yang ditambah glukosa sebagai sumber energi, mikroba tumbuh dengan laju 0.0074 Jam^{-1} (Gambar VII d), hal ini menunjukkan bahwa penambahan glukosa menghasilkan pertumbuhan bakteri dengan laju tumbuh yang lebih tinggi.

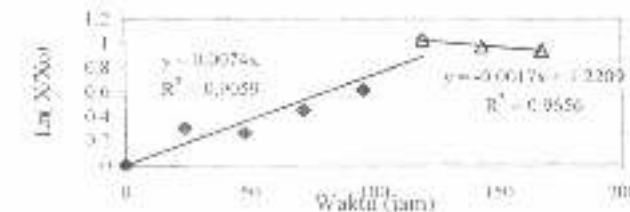
Gambar 4.18 (a) Laju pertumbuhan pada media uji I



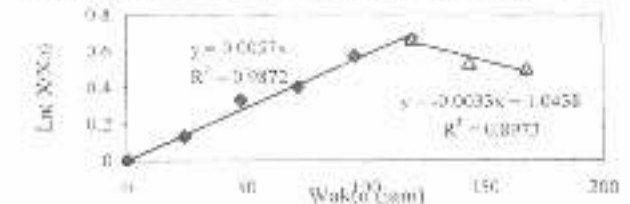
Gambar 4.18 (b) Laju pertumbuhan pada media uji II



Gambar 4.18 (c) Laju pertumbuhan pada media uji III



Gambar 4.18 (d) Laju pertumbuhan pada media uji IV



Gambar VII. Grafik Laju pertumbuhan spesifik *Bacillus cereus* Pada Media Uji I (a), Media Uji II (b), Media Uji I (c) Dan Media Uji IV (d)

Suatu organisme dapat menggunakan berbagai variasi nutrisi untuk sintesis protoplasma dalam kondisi variasi lingkungan yang lebih besar atau pada lingkungan yang lebih spesifik. Untuk survivalnya terjadi 2 mekanisme (Oginsky dan Umbreit, 1959) sbb:

1. Mutasi dari sel untuk membentuk genotif yang baru dan secara bertahap dari genotif tersebut membentuk populasi yang baru yang berbeda dari aslinya. Seleksi akan terus terjadi sehingga terbentuk populasi dengan tipe yang baru.
2. Adaptasi dari semua sel pada populasi, dengan menggunakan kemampuan jalur

metabolisme yang dimiliki oleh genotipnya, serta dihasilkan enzim adaptif oleh sel sebelum sel tersebut aktif tumbuh.

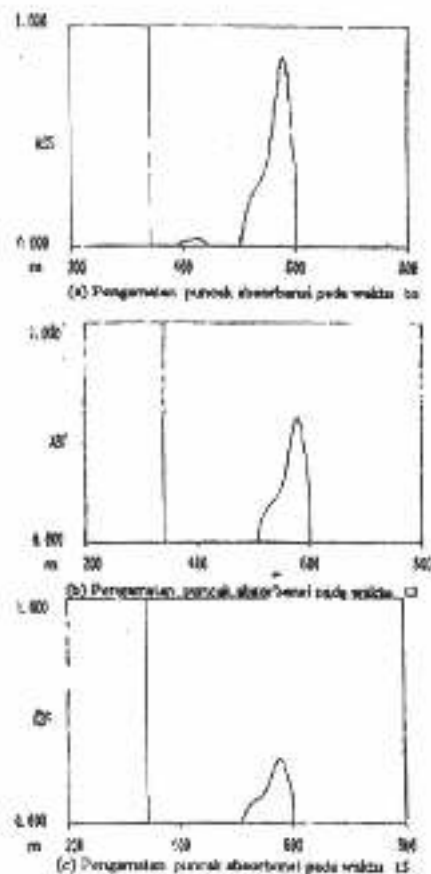
Pembentukan enzim adaptif tergantung kepada sumber energi yang dihasilkan dari suatu sumber "protein enzim" yaitu suatu asam amino yang berperan sebagai "building block". Secara fisiologi, bakteri tersebut mempunyai kemampuan untuk menghasilkan endospora (Oginsky dan Umbreit, 1959). Spora pada bakteri dapat dianggap sebagai bentuk istirahat (latent), karena didapatkan di dalam sel, berfungsi bukan

sebagai alat reproduksi seperti halnya pada jamur dan mikroalgae, tetapi sebagai bentuk istirahat disaat lingkungan tidak memungkinkan untuk tumbuh, dan sifatnya sangat resisten terhadap faktor lingkungan yang buruk. Jika pada satu tingkat kehidupan suasana lingkungan sudah cocok, seperti kadar air, kelembaban, cahaya, temperatur sudah cocok atau memungkinkan, maka spora kemudian akan berkecambah.

Hasil perkecambahan akan menghasilkan individu baru.

V.2.1 Penurunan kadar Sianida

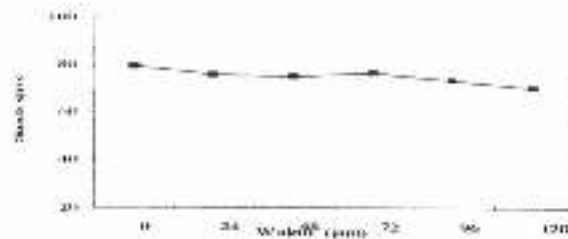
Berdasarkan hasil pengukuran serapan warna pada λ 578 nm untuk sianida, Pada media pertumbuhan *Bacillus cereus* jam pertama hingga jam ke 120 menunjukkan adanya penurunan puncak pada angka panjang gelombang tersebut, seperti terlihat dalam gambar VIII.



Gambar. VIII. Grafik Serapan warna Sianida Pada Media Uji IV dengan Waktu Pengamatan t_0 , t_3 dan t_5

Dari gambar VIII, nampak bahwa pada awal pengamatan t_0 , puncak absorbsi pada λ 578 adalah 0.84, pada pengamatan hari ke tiga (t_3) absorbsinya adalah 0.55, dan pada pengamatan hari ke 5 (t_5) absorbsinya adalah 0.32. Adanya penurunan puncak ini diduga karena digunakannya KSCN sebagai sumber karbon dan nitrogen oleh bakteri tersebut. Karena penurunan kadar sianida dari media yang

dijadikan sebagai kontrol, yaitu media yang tidak diinokulas bakteri, kemungkinan penurunan kadar sianida akibat adanya aerasi itaupenguapan, tidak menunjukkan adanya penurunan kadar sianida yang cukup tajam, walaupun dari hasil pengukuran terjadi penurunan pula seperti yang terlihat dari grafik dalam Gambar IX.



Gambar IX. Kurva Penurunan Kadar Sianida pada Media Yang Tidak Ditambah Bakteri (Kontrol)

Pada media yang digunakan sebagai kontrol, yaitu media tanpa *Bacillus*, awal pengamatan (to), di masukkan sianida 80 ppm, sampai pada akhir pengamatan kadar sianida terukur 75 ppm. Penurunan tersebut kemungkinan bisa terjadi karena adanya aerasi, karena sianida merupakan suatu senyawa yang mudah menguap.

V.2.2 Produksi Gas CO₂ Oleh *Bacillus cereus*

Gas yang terbentuk pada media pertumbuhan *Bacillus*, merupakan salah satu parameter adanya metabolisme sianida. Hasil penentuan dengan kromatografi gas CO₂, terlihat dari Gambar X (a), dan kromatografi gas pada kontrol terdapat pada Gambar X(b)



Gambar X. Data Kromatografi Gas pada (a) dari Pertumbuhan Bakteri *Bacillus cereus* dan Kromatografi Gas pada Kontrol (b)

konsentrasi gas CO₂ yang terbentuk pada pengamatan 3 (48 jam) terlihat sekitar 0,2472 % dari keseluruhan gas yang ada pada reaktor batch tersebut, dan pada pengamatan saat 14 (96 Jam) adalah 0,2595 %.

Pada Gb X (b), dari hasil kromatografi gas pada media yang digunakan sebagai kontrol, tidak menunjukkan adanya gas CO₂ seperti yang terjadi pada media yang ditumbuhi oleh *Bacillus*. Adanya gas CO₂ di atmosfer udara kering yang kadarnya sekitar 0,033 % (Wark & Warner, 1981) tidak dapat terdeteksi oleh alat yang digunakan dalam penelitian ini, karena volumenya yang relatif sangat kecil dibandingkan dengan volume gas O₂ dan N₂ yang terdapat di udara, sehingga CO₂ yang terbentuk dalam data

kromatografi pada gambar X (a) merupakan gas yang dihasilkan oleh mikroba.

Gas CO₂ yang terlarut dalam air ditentukan dengan Metode titrasi asam-basa. Prinsip dari metode ini, bila larutan cair mengandung CO₂, dan terserap oleh NaOH, maka terjadi reaksi sbb:



Ion karbonat merupakan suatu basa, jika bereaksi dengan air yang bersifat asam, atau dengan ion hidrogen, maka bereaksi melalui 2 tahap sbb:



Berdasarkan hasil pengukuran terhadap media, diperoleh kadar senyawa tersebut seperti dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengukuran kadar CO₂ kadar Amonium terlarut

Waktu Jam	Kadar CO ₂ Mg/L	Kadar HCO ₃ mg/L	pH	Kadar NH ₄ ⁺ mg/L
0	0.54		6.92	0.064
24	0.54	0.25	5.82	1.89
32	0.14	0.40	5.87	0.895
48	2.73	0.142	5.85	1.428
72	1.14	0.98	5.66	1.0116
108	0.0975	0.65	5.59	1.1741
				9

Berdasarkan kepada hasil pengukuran tersebut, terlihat bahwa dalam media terdapat CO₂ terlarut, dan mikroba tumbuh dengan kondisi media sedikit asam dengan kondisi pH seperti dalam tabel 1.

V.2.3 Produksi Gas Amonia (NH₃)

Penentuan gas amonia sebagai hasil aktivitas metabolisme mikroba merupakan satu data yang menunjang adanya penggunaan sianida oleh mikroba. Namun keberadaan amonia dalam larutan cair sangat tergantung kepada pH dan temperatur, karena dalam larutan cair tersebut amonia akan selalu berada dalam reaksi keseimbangan dengan reaksi NH₃ + H₂O ↔ NH₄⁺ + OH⁻ (Winkler, 1981).

Jumlah amonia bebas akan bertambah dengan adanya penambahan keasaman (pH) dan temperatur, sebaliknya jika dalam larutan cair lebih bersifat basa, maka dalam larutan tersebut

akan banyak terlarut Amonium (NH₄⁺). Metabolisme sianida tergantung kepada mikroorganisme yang digunakan untuk mendegradasi sianida tersebut. Namun dari hasil metabolisme tersebut, akan dilepaskan amonia. Madder & Whitlock, (1984) dan Knowles, J.C. (1988).

KSCN yang terdapat dalam air yang tercemar oleh mikroba akan didegradasi menjadi amonium (APHA, 1991). Data yang diperoleh dari hasil pengukuran yang ditentukan dengan metode Nessler, kadar amonium yang terdapat dalam larutan adalah seperti dalam tabel 1

VI. Kesimpulan

- Hasil uji kualitatif pada media padat dan media cair yang mengandung sianida, bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus cereus* merupakan mikroorganisme yang

mampu tumbuh dan beradaptasi dalam media yang mengandung sianida

- Hasil uji penggunaan sianida oleh bakteri *Bacillus cereus*, menunjukkan bahwa bakteri mampu menggunakan sianida sebagai sumber karbon dan nitrogen dengan laju pertumbuhan spesifik, $\mu = 0.0061/\text{Jam}$ dan *Pseudomonas fluorescens* mampu menggunakan sianida hanya sebagai sumber nitrogen dengan, μ dan $\mu = 0.0085/\text{Jam}$, untuk pertumbuhan dalam media sianida, bakteri tersebut perlu senyawa pendukung pertumbuhan, yaitu glukosa sebagai sumber karbon.

Saran

Untuk membuktikan digunakannya sianida (CN⁻) sebagai sumber karbon (C) atau nitrogen (N) oleh bakteri, selain dilakukan melalui metode uji pertumbuhan pada media yang menggunakan sianida sebagai sumber karbon dan atau nitrogen, sebaiknya dilakukan secara radiologi yaitu melalui pemberian kode isotop pada C atau N dari sianida (CN⁻) tersebut, kemudian dilakukan pemeriksaan kembali terhadap gas atau produk metabolime yang lainnya. Jika C pada gas atau pada produk metabolime tersebut mengandung C atau N yang ditandai, hal tersebut akan lebih membuktikan bahwa sianida digunakan sebagai sumber karbon dan atau nitrogen oleh mikroorganisme

DAFTAR PUSTAKA

1. Broderius, S.J. Determination of molekular Hydrocyanic Acidin Water, and Studies of The Chemistry and Toxocity to Fish of

metal Cyanide Complexes. Jurnal Water Research. 1973

2. Buchanan, R.E., N.E. Gibbon. Bergey 's Manual of Determinated Bacteriology. 8 th Edition, William and Wilkins Co., Baltimore. 1975.
3. Coursey, D.G. Cassava as Food: Toxicity and Technology dalam Chronic Cassava Toxicity. London. 1973.
4. Cowan, S.T. Manual for identification of Medical Bacteria. Cambrige University Press. Cambrige. London. 1974.
5. Ermans. A.M., M. Vander Velden, J. Kinthaert, and F.Delange. Mechanisms of the Geotrogenic Action of Cassava. 1973.
6. Hosdijarso, W. Pengaruh Umur Lumpur dan Resirkulasi Lumpur Dalam Proses Lumpur Aktif Pada Pengolahan Limbah Cair Sintesis Industri Tapioka. 1996.
7. Knowless. C.J. Cyanide Utilization and Degradation by Microorganisms. Dalam Cyanide Compounds in Biology. Ciba Foundation. 1988.
8. Mudder, T.I & J.L. Whitlock. Biological Treatmen of Cyanidation Wastwater, Metals and Metallurgical Processing. 1984.
9. Nartey, Frederick. Biosynthesis of Cyanogenic Glukosides in Cassava (*Manihot spp*) dalam " Chronic Cassava Toxicity". London. 1973.
10. Underwood, A.L dan R.A. Day, Jr. Analisa Kimia Kuantitatif. Erlangga. Jakarta. 1980.
11. Winkler, Michael. Biological Treatment of Waste watwer. John Wiley and Sons. New York. 1981.

BIODATA PENULIS

Elit Nurlina, Dra., MT adalah Dosen Fakultas Teknik UNJANI

Perspektif baru Manajemen Karier

Oleh :
Jahny Sast

Tantangan bagi organisasi untuk menghadapi lingkungan global dan persaingan yang semakin ketat dewasa ini adalah melakukan perubahan. Perubahan menjadi suatu keharusan bagi organisasi agar senantiasa mampu adaptif. Konsolidasi internal dalam manajemen di antaranya adalah penyederhanaan struktur organisasi yang di dalamnya adalah unsur karir. Tulisan ini mencoba menguraikan paradigma baru tentang perubahan organisasi yang berdampak pada cara pandang terhadap karir para karyawannya.

Pendahuluan

Dalam manajemen tradisional, karir menduduki posisi penting dalam memotivasi karyawan, hal ini tampak pada program-program untuk pengembangan karyawannya. Karier di sisi karyawan bisa berarti kesempatan, tantangan, imbalan psikis, imbalan materi, pola hidup, kepuasan, gengsi atau gahungannya.

Kini, hampir semua organisasi dihadapkan pada lingkungan yang selalu berubah dan tingkat persaingan yang semakin hebat yang akan memaksa organisasi untuk senantiasa adaptif dan mampu mempertahankan diri terhadap lingkungan yang demikian itu.

Antisipasi terhadap perubahan lingkungan yang demikian itu, hanya dapat dilakukan melalui manajemen perubahan. Konsep-konsep yang dipakai dalam organisasi tradisional telah bergeser, misalnya; struktur organisasi dirancang menjadi lebih pipih (*flat*), berkurangnya birokrasi, dan pembagian fungsi minimum. Pergeseran ini menyebabkan manajemen karir yang dahulu dipengaruhi manajemen tradisional itu, kini mengalami perubahan.

Manajemen Karier Tradisional

Latar belakang dan tujuan manajemen karir tradisional adalah untuk menyediakan wadah bagi karyawan berupa program pengembangan karir dalam organisasi yang sesuai dengan kebutuhan organisasi.

Jahny Sast merupakan pembantu dekan I (PD I) dan salah satu staf pengajar di jurusan Teknik Industri UNDAN

Tujuan program ini akan tercapai melalui keseimbangan antara terpenuhinya tujuan karir karyawan dan pencapaian target organisasi. Secara spesifik organisasi akan menyusun 'pola jalur karir' (*career path*) yang menggambarkan peluang urutan jabatan yang dilalui oleh seseorang karyawan hingga mencapai jabatan tertinggi dengan pembakuan sistem promosi, suksesi, perpindahan lateral, dan segala persyaratan. Proses manajemen karir tradisional seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

Pengelolaan karir dalam organisasi tradisional didasari asumsi bahwa hirarki organisasi disusun dalam banyak tingkat (*tall organization*), jadi seseorang akan dapat menduduki posisi pada hirarki yang lebih tinggi dari posisinya sekarang apabila ada peluang. Ini berarti, seseorang yang mempunyai karir baik sama dengan seseorang yang dengan cepat (relatif) menapak ke jenjang/posisi yang lebih tinggi dari orang lain.

Paradigma Manajemen Karier

Organisasi tradisional disusun dengan asumsi bahwa orang perlu diawasi (identik dengan membangun ketidakpercayaan kepada karyawan). Organisasi disusun secara hirarkis (*hierarchical structure*) yang menunjukkan pengawasan berlapis-lapis, pemisahan fungsi, intensitas komunikasi yang rendah dan birokratik. Akibatnya tanggung jawab terbatas pada fungsi bukan seluruh organisasi, sehingga penyelesaian masalah dalam organisasi sulit dicapai.

Susunan organisasi seperti ini, menyebabkan pengawasan terhadap karyawan (*inspection*) menjadi berlapis-lapis. Organisasi semacam ini menjadi tidak fleksibel menghadapi perubahan dan tidak dapat memberikan layanan terbaik

kepada *customer*-nya, karena banyak melepas energinya untuk melakukan pengawasan.

Aktivitas-aktivitas yang tidak menambah *customer value* menjadi bertambah, sementara orientasi pemecahan masalah hanya terbatas pada masalah fungsionalnya saja, prestasi dan tujuan fungsi menjadi lebih dominan ketimbang organisasinya sendiri. Akhirnya organisasinya

lupa membangun kerja sinergik, memecahkan masalah *cross-functional*, mencapai prestasi organisasi dalam melayani *customer*, dan bagaimana secara bersama-sama melakukan *continuous improvement*. Manajemen tradisional telah gagal memberikan solusi yang baik bagi organisasi yang berada pada lingkungan global yang senantiasa berubah.



Gambar 1 Siklus karyawan dalam siklus organisasi tradisional

Total Quality Management (TQM) yang merupakan era manajemen terkini telah memberikan inspirasi baru dalam pengelolaan organisasi. Pada dasarnya, paradigma yang mendasari pengelolaan organisasi menurut TQM adalah; organisasi dikelola tidak dengan tujuan untuk melayani atau memberi kemudahan organisasi (*selfish*) kecuali hanya kepada pihak yang tepat yaitu *customer*, karena *customer*-lah yang menjadi alasan mengapa organisasi ada, hidup, dan berkembang. Sistem organisasi dirancang dengan tujuan yaitu mampu menyediakan *superior customer value*.

Cross-functional system approach yang merupakan salah satu tema dari pergeseran paradigma manajemen dalam *Total Quality Management* merupakan pendekatan yang tidak lagi mengenal batas-batas fungsi (terintegrasi), arus informasi lebih banyak secara horisontal daripada vertikal, pentingnya mengembangkan sistem secara berkelanjutan (*continuous improvement*). Organisasi yang dirancang demikian memiliki ciri-ciri:

- (1) Pembagian fungsi minimal; hal ini juga dipengaruhi oleh karena organisasi hanya berjalan pada *core competencies*-nya saja, karena itu kecenderungan untuk mengadakan kontrak (*outsourcing*) dengan organisasi lain dan meningkatnya pemakaian *temporary staff*
- (2) Kompleksitas dikurangi (penyederhanaan) dengan mengurangi birokrasi untuk memberi respon yang cepat kepada *customer* dengan mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak menambah nilai bagi *customer*, misalnya: persetujuan (*approval*) bertingkat, tidak praktisnya sistem pembelian dan pembayaran, lamanya waktu tunggu, dan seterusnya
- (3) Membangun banyak tim dan pembentukan dan hangunan tim sangat fleksibel, dan
- (4) Struktur organisasi lebih datar (tidak banyak jenjang).

Secara singkat perbandingan organisasi tradisional dan organisasi menurut *Total Quality Management* diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Organisasi Tradisional VS Organisasi Model Total Quality Management

Faktor	Organisasi Tradisional	Total Quality Management
Struktur Organisasi	Tall Statis	Flat Fleksibel (dalam membentuk tim)
Pembagian fungsi/bagian	Banyak	Minimum
Komunikasi antar fungsi/bagian	Terbatas	Sangat penting
Birokrasi	Intensitas tinggi	Minimum
Orientasi penyelesaian masalah, perumusan tujuan dan pengukuran kerja	Terbatas pada	Menyelesaikan masalah, merumuskan tujuan, dan pengukuran kinerja tim/organisasi masalah (<i>cross functional</i>)

Manajemen Karier

Pengelolaan organisasi akan mempengaruhi manajemen karier. Bagaimana pengaruh pergeseran pengelolaan organisasi yang telah dibahas terhadap manajemen karier?

Beberapa indikator yang dapat diamati, yaitu: bagaimana peran loyalitas, pergeseran harapan seseorang terhadap karier, pergeseran makna pengertian beberapa istilah dalam dunia karier dan tuntutan baru yang muncul bagi setiap individu dalam organisasi. Lebih jelasnya, di bawah ini ada beberapa indikasi yang dapat diamati yang menjadi tanda telah bergesernya manajemen karier dan hal tersebut (agakny) akan mengubah pandangan individu dalam organisasi tentang karier (Tabel 2).

1. Loyalitas tidak lagi menjamin keamanan dan promosi (*loyalty no longer guaranteed security or promotion*). Pola pikir manajemen tradisional membenarkan ada korelasi positif antara lamanya bekerja karyawan dengan tingginya jabatan. Karier seseorang pada organisasi yang dikelola dengan konsep manajemen baru tidak didasarkan pada loyal tidaknya orang itu, tetapi lebih pada kemampuannya. Organisasi akan lebih memilih menggunakan *temporary staf* yang sesuai dengan *skill required* daripada *men-training core employees* yang membutuhkan banyak waktu dan biaya dengan hasil yang belum tentu sesuai.
2. Struktur Organisasi yang semakin datar (*flat*), menyebabkan anggota organisasi tidak dapat lagi terlalu berharap perjalanan kariernya bergerak secara vertikal (*progress vertically upward*), akan tetapi perpindahan lateral (*lateral moves/ cross functional moves*) akan lebih sering terjadi.
3. Perpindahan posisi/kedudukan dalam akan sering terjadi, seseorang yang dahulunya pemimpin sebuah tim belum tentu pada waktu yang lain juga menjadi pemimpin dalam tim yang lain. Perpindahan ini amat fleksibel dan hampir-hampir tidak terstruktur. Oleh karena itu, dalam organisasi yang dirancang demikian, akan banyak muncul *leader*. Siapapun dapat menjadi *leader* tergantung kepada kompetensi individu dan tujuan dibentuknya tim.
4. Nama jabatan (*job title*) menjadi tidak penting, karena nama jabatan tidak lagi menunjukkan lingkup pekerjaan. Seseorang dapat mempunyai tanggung jawab yang sama sekali tidak relevan dengan jabatannya. Nama jabatan tidak lagi membatasi luas pekerjaan seseorang.
5. Pergeseran makna "promosi", "kesuksesan", dan "kepuasan berkarier", yaitu; (a) "Promosi", dahulu "kenaikan jabatan atau kedudukan" (ditunjukkan pada struktur formal) kini menjadi "tanggung jawab." Seseorang akan memiliki kebanggaan jika diberi tanggung jawab tertentu untuk

menyelesaikan masalah atau pekerjaan. Diberi tanggung jawab berarti "dipromosikan", (b) "Sukses", yang dahulu "promosi" sekarang "pemuasan", (c) "Kepuasan Berkarier" yang dahulu "apabila berhasil menduduki jabatan

yang lebih tinggi atau tertinggi" kini (c.1) "sering menciptakan tim tangguh dan menyelesaikan masalah dan pekerjaan dengan baik" dan (c.2) "menjadi anggota tim dan dipercaya untuk memberikan kontribusi kepada tim."

Tabel 2 Manajemen Karir Pada Organisasi Tradisional dan Model TQM

Faktor	Organisasi Tradisional	Model TQM
Loyalitas	Faktor yang penting untuk pertimbangan promosi	Faktor yang lebih diperhatikan adalah kemampuan, sedangkan loyalitas tidak menjamin keamanan jabatannya sekarang
Perpindahan	Vertikal, terstruktur (diatur dengan sistem standar)	Horizontal/lateral moves/ crossfunctional moves, hampir tidak terstruktur
Nama Jabatan (Job title)	Penting, menunjukkan kedudukan dan pekerjaannya, pekerjaan terbatas oleh jabatan	Tidak penting, tanggung jawab dapat di luar jabatan dan kadang tidak relevan dengan jabatan (pekerjaan tidak dibatasi oleh jabatan)
Makna -Promosi -Sukses -Kepuasan berkarir	Kenaikan jabatan Promosi Jabatan lebih tinggi/tertinggi	Tanggung jawab, Pemuasan, Menciptakan tim tangguh, sering menyelesaikan pekerjaan, menjadi anggota tim dan memberikan kontribusi
Tanggung jawab individu untuk meng-upgrade kemampuan	Tidak mendesak, karena lingkungan stabil dan organisasi tidak dituntut untuk menyesuaikan diri	Sangat mendesak, organisasi hanya "memakai" karyawan yang memiliki kemampuan sesuai tuntutan
Promosi vertikal (Progress vertically upward)	Dengan aturan-aturan standar, misalnya lama kerja, kebijakan organisasi, prestasi masa lalu	Pertimbangan: kompetisi, karakter, dan diterima oleh (sebagian besar) anggota organisasi

- Masing-masing individu dalam organisasi akan lebih dituntut tanggung jawabnya untuk senantiasa meng-upgrade kemampuannya agar tidak tertinggal dengan tuntutan organisasi yang juga harus menyesuaikan dengan tuntutan lingkungan. Pengalaman perusahaan yang melakukan *downsizing*, mereka hanya memilih "more talented employees" untuk tetap tinggal. Nasib individu yang tidak mampu menyesuaikan dengan perubahan lingkungan akan mengalami "keusangan" (*absolence*).
- Struktur organisasi yang formal masih ada (sekali lagi menjadi semakin *flat*) memungkinkan karier seseorang bergerak secara vertikal (seperti

pengertian karier pada manajemen karier tradisional), akan tetapi seseorang ini telah menunjukkan keberhasilan yang berulang-ulang dalam mengelola tim (kompetensi), memiliki perilaku dan kepribadian yang baik (karakter), dan diterima oleh (sebagian besar) anggota organisasi.

Peranan Top Eksekutif Organisasi

- Mengasah ketajaman dalam mengamati bakat, minat, kemampuan, aspirasi semua anggota organisasi. Karena dalam tim, setiap anggota akan dituntut kontribusinya. Kualitas dan kuantitas kontribusi yang diberikan amat erat hubungannya dengan faktor internal individu tersebut.

2. Di samping meng-upgrade kemampuan (*skill/knowledge*) menjadi tanggung jawab masing-masing individu, tetapi top eksekutif perlu menyediakan sistem yang mendukung. Hambatan dari peranan ini adalah top eksekutif yang terjebak pada *self-development* atau hanya mengembangkan karyawan tertentu saja. Top eksekutif harus selalu mengingat bahwa *learning organization* akan memerlukan *continuous employee development*.

Penutup

Ada satu pernyataan yang mendasari bagaimana pentingnya karier bagi setiap individu. Pernyataan tersebut berbunyi demikian:

Apabila karyawan di dalam perusahaan dituntut untuk berkembang sesuai dengan keinginan perusahaan, maka karyawan juga akan meminta kejelasan tentang peluang apa untuk kariernya di masa yang akan datang.

Pernyataan tersebut nampaknya masih relevan dengan kenyataan sekarang ini. Namun yang harus diubah adalah cara memandang dunia karier. Pergeseran paradigma dalam mengelola organisasi akan mempengaruhi manajemen karier yang di masa yang akan datang tidak akan berbeda. Menjadi hambatan yang besar jika individu dalam karier (termasuk top eksekutif) masih memakai pola manajemen karier tradisional. Karier sampai kapanpun masih menjadi faktor motivasi yang besar bagi karyawan dan masih menjadi bagian terintegrasi

bagi organisasi untuk mengembangkan karyawannya, akan tetapi mendudukkan karier selalu sama dengan kenaikan jabatan (secara formal), promosi tergantung pada loyalitas, dan seterusnya agaknya telah menjadi pandangan yang akan berlalu.

Daftar Pustaka

1. Barnet, Richard J., John Cavanagh, "Global Dreams, Imperial Corporations and the New World Order", Simon & Schuster, USA, 1994
2. Harrington, H. James, "Total Improvement Management, The Next Generation in Performance Improvement", Mc Graw-Hill, Inc., USA, 1994
3. Kotter, John P., "The General Managers", the Free press, USA, 1982
4. Lowenthal, Jeffrey N., "Reengineering the Organization, A Step-by-Step Approach to Corporate Revitalization", Toppan Company(S) PTE LTD, ASQC Quality press, Singapore, 1994.
5. Robbins, stephen P., "Organization Theory, Structure, Design, and Applications", Simon & Schuster, New York, USA, 1990.
6. Whitsett, David A., Lyle Yorks, "From Management Theory to Business Sense, The Myths & Realities of People at Work", Amacon Book Division, USA, 1983.
7. Winslow, Charles D., William L.Bramer, "Future Work, Putting Knowledge to Work in The Knowledge economy", The Free press, USA, 1994.

PETUNJUK BAGI PENULIS

1. Naskah belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain, diketik dengan spasi satu pada kertas HVS (A4) menggunakan pengolah kata Microsoft Word (MS-Word), maksimal 15 halaman.
2. Artikel yang dimuat dalam Jurnal Teknik ini meliputi tulisan hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian dan aplikasi teori, tinjauan konseptual, dan resensi buku dalam bidang sains dan teknologi.
3. Artikel (hasil penelitian) memuat :
 - Judul
 - Nama Penulis (tanpa gelar akademik)
 - Abstrak (bahasa Indonesia/bahasa Inggris)
 - Kata-kata kunci
 - Pendahuluan (memuat latarbelakang masalah dan sedikit tinjauan Pustaka, serta masalah/tujuan penelitian)
 - Metode Penelitian
 - Hasil Penelitian
 - Pembahasan
 - Kesimpulan dan Saran
 - Daftar Pustaka
 - Biografi Penulis
4. Artikel (konseptual/setara hasil penelitian) memuat:
 - Judul
 - Nama Penulis (tanpa gelar akademik)
 - Abstrak (bahasa Indonesia/bahasa Inggris)
 - Kata-kata kunci
 - Pendahuluan
 - Subjudul (sesuai dengan kebutuhan)
 - Penutup (kesimpulan dan saran)
 - Daftar Pustaka
 - Biografi Penulis
5. Artikel 2 (dua) eksemplar dan CD dikirim paling lambat 1 (satu) bulan sebelum bulan penerbitan kepada:

Redaksi Jurnal Teknik
Jl. Gatot Subroto (Samping PT. PINDAD)
Bandung
Tlp : (022)7312741
E-mail : cyu517@yahoo.com

6. Kepastian pemuatan atau penolakan naskah akan diberitahukan secara tertulis. Penulis yang artikelnya dimuat akan mendapat imbalan Rp. 75.000,- dan 1 (satu) buah Jurnal Teknik sebagai bukti. Artikel yang tidak dimuat tidak akan dikembalikan, kecuali atas permintaan penulis.