

# Analisis Kebutuhan Fungsional dan Pemodelan Informasi Ketelusuran pada Rantai Pasok Beras: Studi Kasus Jawa Barat

## *Functional Requirements Analysis and Traceability Information Modeling in the Rice Supply Chain: West Java Case Study*

Pradeka Brilyan Purwandoko<sup>1</sup>, Kudang Boro Seminar<sup>2</sup>, Sutrisno<sup>2</sup>, dan Sugiyanta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sekretariat Utama, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Gedung BJ Habibie Jl MH Thamrin No.8, Jakarta Pusat, 10340

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Dramaga, Bogor, 16680

<sup>3</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University, Dramaga, Bogor, 16680  
E-mail: prad011@brin.go.id

Diterima: 27 September 2021

Revisi: 2 Desember 2021

Disetujui: 29 Maret 2022

### ABSTRAK

Beras merupakan hasil pertanian yang banyak dikonsumsi oleh seluruh masyarakat di dunia. Di Indonesia, manajemen transparansi rantai pasok masih menjadi masalah utama karena belum tersedianya informasi yang dapat diakses seluruh anggota rantai pasok. Sangat sulit untuk mendapatkan informasi pada setiap pelaku untuk keperluan pengawasan karena hal ini menimbulkan risiko dan ketidakpastian. Ketelusuran menjadi kebutuhan penting untuk memastikan kualitas dan keamanan produk. Artikel ini bertujuan: (i) mengidentifikasi rantai pasok beras di Jawa Barat dan (ii) membangun pemodelan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rantai pasok beras terdiri dari lima pelaku yang berperan. Transisi keadaan dalam proses produksi dan informasi ketelusuran telah diidentifikasi melalui *Critical Traceability Point* (CTP) yang menyajikan informasi proses, kualitas produk, dan semua transformasi. Lebih lanjut, persyaratan kebutuhan fungsional sistem dan kebutuhan informasi disajikan dalam *sequence* dan *UML static diagram*. Terakhir, arsitektur sistem diuraikan dalam artikel ini untuk mewujudkan transparansi serta pengendalian kualitas dan keamanan produk. Berdasarkan hal tersebut, pemodelan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dapat merepresentasikan sistem ketelusuran yang dibangun.

kata kunci: kebutuhan fungsional, rantai pasok, ketelusuran, *unified modeling language*.

### ABSTRACT

Rice is an agricultural product that is widely consumed by people all over the world. In Indonesia, supply chain transparency management is still a significant problem because stakeholders can access no information. It is complicated to obtain information on every supply chain actor for monitoring purposes, thus creating risks and uncertainties. Traceability is an essential requirement to ensure product quality and safety. This paper aimed to: (i) identify the rice supply chain in West Java and (ii) build a modeling traceability system using the *Unified Modeling Language* (UML). The results showed that the rice supply chain consists of five actors that play a particular role. Transition conditions in the production process and traceability information had been identified through the *Critical Traceability Point* (CTP), which provided information on the process, product quality, and all transformation. Furthermore, the system functional and information requirements were presented in a *sequence* and *UML static diagrams*. Finally, this paper described the system architecture to achieve transparency, product quality, and safety control. Thus, modeling using *Unified Modeling Language* (UML) can represent the built traceability system.

keywords: functional requirements, supply chain, traceability, *unified modeling language*.

## I. PENDAHULUAN

Beras merupakan salah satu hasil pertanian yang banyak dikonsumsi lebih dari setengah penduduk dunia (Wahyuningsih, 2019).

Indonesia merupakan salah satu produsen beras terbesar ketiga dunia setelah India dan Cina, yang berkontribusi sebesar 8,5 persen terhadap produksi beras dunia (Mahbubi, 2013).

---

Selain itu, beras menjadi komoditas pangan utama yang dikonsumsi lebih dari 90 persen masyarakat sebagai makanan pokok. Pada tahun 2018 misalnya, tingkat konsumsi beras mencapai 96,32 kg/kapita (Wahyuningsih, 2019). Tingginya produksi dan konsumsi di Indonesia menunjukkan bahwa beras merupakan komoditas strategis yang dominan dalam perekonomian Indonesia karena berkaitan dengan kebijakan moneter dan menyangkut masalah sosial politik (Yanuarti dan Afsari, 2016). Meskipun demikian, pada perdagangan global bahan pangan, komoditas beras masih dihadapkan oleh beberapa masalah, antara lain risiko mutu yang terjadi di sepanjang rantai pasok (Purwandoko, dkk., 2019). Risiko mutu dapat timbul karena adanya pencemaran, masuknya zat berbahaya, kesalahan produksi, dan manipulasi mutu. Suismono dan Damiadi (2010) menjelaskan bahwa manipulasi mutu berupa pemalsuan beras ditemukan pada produk yang dijual di pasaran oleh pelaku rantai pasok yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, risiko mutu memiliki dampak negatif di antaranya dapat merugikan konsumen, mengakibatkan hilangnya nutrisi dan vitamin serta timbulnya senyawa karsinogenik dalam bahan pangan (Anggraini dan Yudhastuti, 2014).

Dalam perdagangan global bahan pangan, integrasi dan komunikasi antarpelaku dalam rantai pasok diperlukan. Aspek mengenai asal-usul, kualitas, dan keamanan bahan pangan menjadi parameter yang diperhatikan oleh konsumen dan pemerintah. Dengan alasan tersebut, berbagai kebijakan dan standar mengenai manajemen kualitas dan keamanan pangan melalui sistem ketelusuran telah diterapkan beberapa negara di dunia (Bosona dan Gebresenbet, 2013). Hu, dkk. (2013) mendefinisikan ketelusuran sebagai kemampuan untuk mendapatkan informasi yang tercatat pada bahan pangan dan bahan tambahan pada seluruh rantai produksi. Implementasi sistem ketelusuran menyediakan kemampuan untuk memonitor rantai pasok sehingga produk yang dihasilkan lebih aman dan juga mewujudkan transparansi antarpelaku. Melalui sistem ketelusuran diharapkan tiap pelaku rantai pasok dapat mengidentifikasi pemasok bahan baku (*one step backward*) dan kepada siapa produk akhir dijual (*one step forward*) (Dabbene, dkk.,

2014). Dengan kata lain, sistem ketelusuran merepresentasikan *input*, transformasi, dan *output* pada setiap pelaku rantai pasok yang memungkinkan melacak kembali seluruh bahan yang digunakan sehingga dapat mengetahui sebab dari suatu masalah.

Pada rantai pasok beras di Indonesia, penerapan sistem ketelusuran pada umumnya dilakukan secara manual menggunakan kertas. Berdasarkan fakta bahwa pada tingkat budidaya dan pengolahan beras informasi yang dicatat sangat kompleks, maka ketelusuran berbasis kertas memiliki beberapa kelemahan. Zhang, dkk. (2011) menjelaskan bahwa sistem ketelusuran berbasis kertas memiliki beberapa kelemahan, antara lain (i) rentan terhadap kesalahan manusia; (ii) sering tercecer dan rusak secara fisik; (iii) sistem tidak menunjang penyimpanan informasi di sepanjang rantai pasok; (iv) sistem tidak dapat menyesuaikan pertumbuhan kebutuhan penelusuran yang selalu berkembang; dan (v) tidak dapat mendukung proses integrasi dan komunikasi antarpelaku rantai pasok. Seminar (2016) mengusulkan penggunaan CBIS (*Computer Based Information System*) untuk memonitor rantai pasok melalui sistem ketelusuran. Penerapan CBIS membantu pelaku rantai pasok untuk mematuhi kebijakan pemerintah, memenuhi permintaan pasar, mewujudkan transparansi antarpelaku, berkomunikasi dan bertukar informasi serta meningkatkan efektivitas operasional.

Salah satu tantangan terbesar untuk membangun sistem ketelusuran adalah mengembangkan desain proses pertukaran informasi pada rantai pasok. Langkah dasar yang diperlukan adalah menganalisis seluruh aktivitas rantai pasok dan kebutuhan fungsional untuk membangun sistem. Tahapan ini sangat penting dilakukan agar keseluruhan informasi dari hulu ke hilir saling terhubung sehingga dapat digunakan untuk kontrol kualitas dan keamanan bahan pangan. Zhang, dkk. (2011) dan Yan, dkk. (2018) menjelaskan bahwa efektivitas dan efisiensi sistem ketelusuran didasarkan pada pemodelan informasi yang valid. Analisis kebutuhan fungsional melalui pemetaan aliran bahan dan informasi sangat diperlukan dalam membangun sistem ketelusuran. Lebih lanjut,

---

desain model dan arsitektur sistem ketelusuran juga harus disusun agar memudahkan pengembangan sistem.

Serangkaian model menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) dapat digunakan untuk merepresentasikan proses bisnis, seperti aliran bahan, aliran proses, aliran informasi pada tiap pelaku rantai pasok (Thakur dan Donnelly, 2010). Pemodelan informasi dan arsitektur juga dapat disusun dengan menggunakan UML. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, diketahui bahwa pemodelan proses bisnis dan informasi sangat penting dalam membangun sistem ketelusuran. Beberapa penelitian mengenai pengembangan model sistem ketelusuran telah dikembangkan pada rantai pasok sayuran, ikan, kedelai, dan hasil ternak (Thakur dan Donnelly, 2010; Hu dkk., 2013; Zhang, dkk., 2010; Zhang, dkk., 2011). Meskipun demikian, penelitian mengenai analisis kebutuhan fungsional, pemodelan informasi, dan perancangan arsitektur sistem ketelusuran berbasis Teknologi Informasi (IT) pada rantai pasok beras belum dikembangkan.

Artikel ini menyajikan pendekatan sistem dalam mengimplementasikan sistem ketelusuran dengan menggunakan alat integrasi proses bisnis pada analisis kebutuhan dan pemodelan sistem rantai pasok beras. Artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi rantai pasok beras di Jawa Barat dan menganalisis kebutuhan fungsional sistem ketelusuran menggunakan *Unified Modeling Language* (UML).

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Observasi Lapangan dan *Sampling*

Studi lapang dilakukan untuk mengamati proses bisnis yang berjalan dan mengumpulkan informasi terkait rantai pasok. Survei dilakukan di Provinsi Jawa Barat yang merupakan salah satu sentra produksi beras di Indonesia. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* pada beberapa agroindustri beras di Kabupaten Tasikmalaya, Kabupaten Bandung, Kabupaten Karawang dan Kabupaten Cianjur karena merupakan daerah yang memiliki produksi cukup tinggi. Observasi lapang bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai (i) struktur dan peran seluruh pelaku rantai pasok; (ii) pemetaan kebutuhan informasi pada setiap

tahapan produksi; (iii) mendefinisikan skenario sistem yang dibangun berdasarkan kelompok pengguna; dan (iv) mengidentifikasi hambatan dalam implementasi sistem.

### 2.2. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui interviu dan observasi pada setiap pelaku rantai pasok. Wawancara dilakukan pada (i) staf, petani, dan ketua kelompok tani yang bertanggung jawab dalam operasional teknik dan pencatatan data pada produksi *on farm* dan *off farm*; (ii) pihak manajemen (manajer) yang bertanggung jawab pada pengolahan beras dan kontrol kualitas; dan (iii) ahli teknologi informasi (TI) pada komputasi dan pemrosesan data proses bisnis untuk mengetahui bagaimana *input*, *output*, penyimpanan, dan representasi data.

### 2.3. Pemodelan Sistem

*Unified Modeling Language* (UML) digunakan dalam memodelkan persyaratan pengembangan sistem ketelusuran. Zhang, dkk. (2011) menjelaskan bahwa UML merupakan sebuah metode yang menggabungkan teknik pemodelan bisnis, data, objek, dan komponen dalam sebuah bahasa umum yang digunakan. UML berisi diagram yang merepresentasikan model suatu sistem informasi dalam bidang bisnis. Penelitian ini mengadopsi beberapa diagram UML, seperti diagram aktivitas, *sequence diagram*, dan UML statik diagram yang digunakan untuk merepresentasikan informasi dan kebutuhan fungsional sistem.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

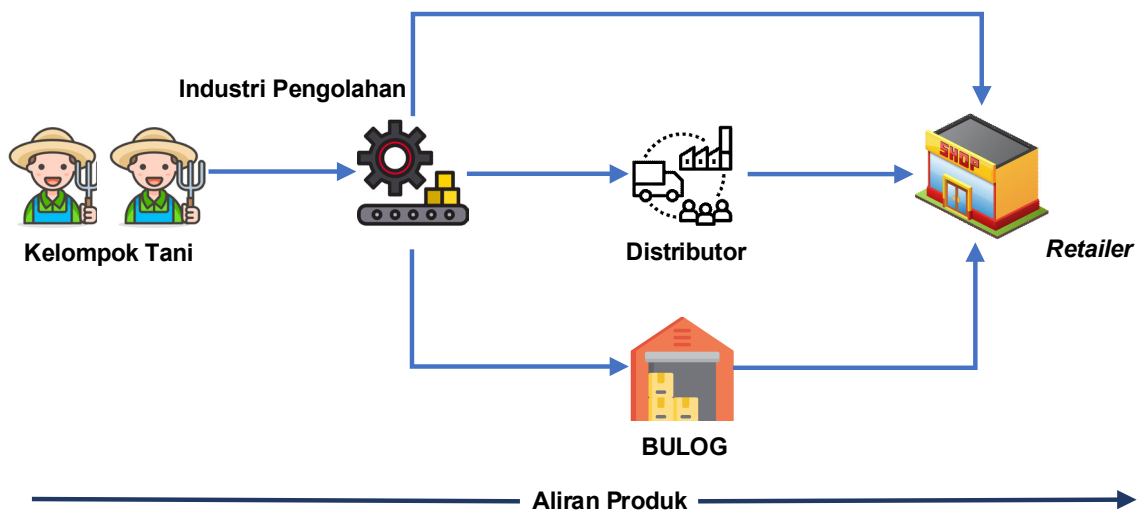
### 3.1. Pelaku Rantai Pasok

Rantai pasok mengacu pada serangkaian kegiatan mentransformasikan berbagai sumber daya untuk menghasilkan produk akhir yang memiliki nilai tambah bagi konsumen akhir. Menurut Hadiguna (2016) rantai pasok adalah sekumpulan jaringan fisik dan aktivitas yang berkaitan dengan aliran bahan, aliran informasi, dan aliran finansial. Prinsip dari rantai pasok adalah integrasi dari hulu hingga hilir dalam proses produksi barang yang terdiri dari berbagai pelaku yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung (Purwandoko, dkk., 2018). Berdasarkan hasil penelitian, struktur rantai pasok beras terdiri dari lima pelaku utama, yaitu

petani, industri penggilingan beras, distributor, BULOG, dan *retailer* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

### 3.2. Proses Bisnis Rantai Pasok

Sistem ketelusuran merupakan kemampuan untuk mengidentifikasi lokasi serta aktivitas



**Gambar 1.** Struktur Rantai Pasok Beras

Pujawan (2005) menjelaskan bahwa rantai pasok memiliki tiga macam aliran yang harus dikelola. Pertama, aliran barang yang mengalir dari hulu ke hilir (panah ke kanan). Kedua, aliran finansial yang mengalir dari hilir ke hulu. Ketiga, aliran informasi yang terjadi dari hulu ke hilir atau sebaliknya.

Berdasarkan hasil observasi lapang, terdapat dua pola dalam rantai pasok beras. Pertama, petani menjual hasil panen berupa Gabah Kering Panen (GKP) melalui kelompok tani kepada industri penggilingan. Beras sosoh (*white rice*) yang diproduksi oleh industri penggilingan kemudian dijual kepada mitra industri baik melalui distributor atau langsung ke *retailer*.

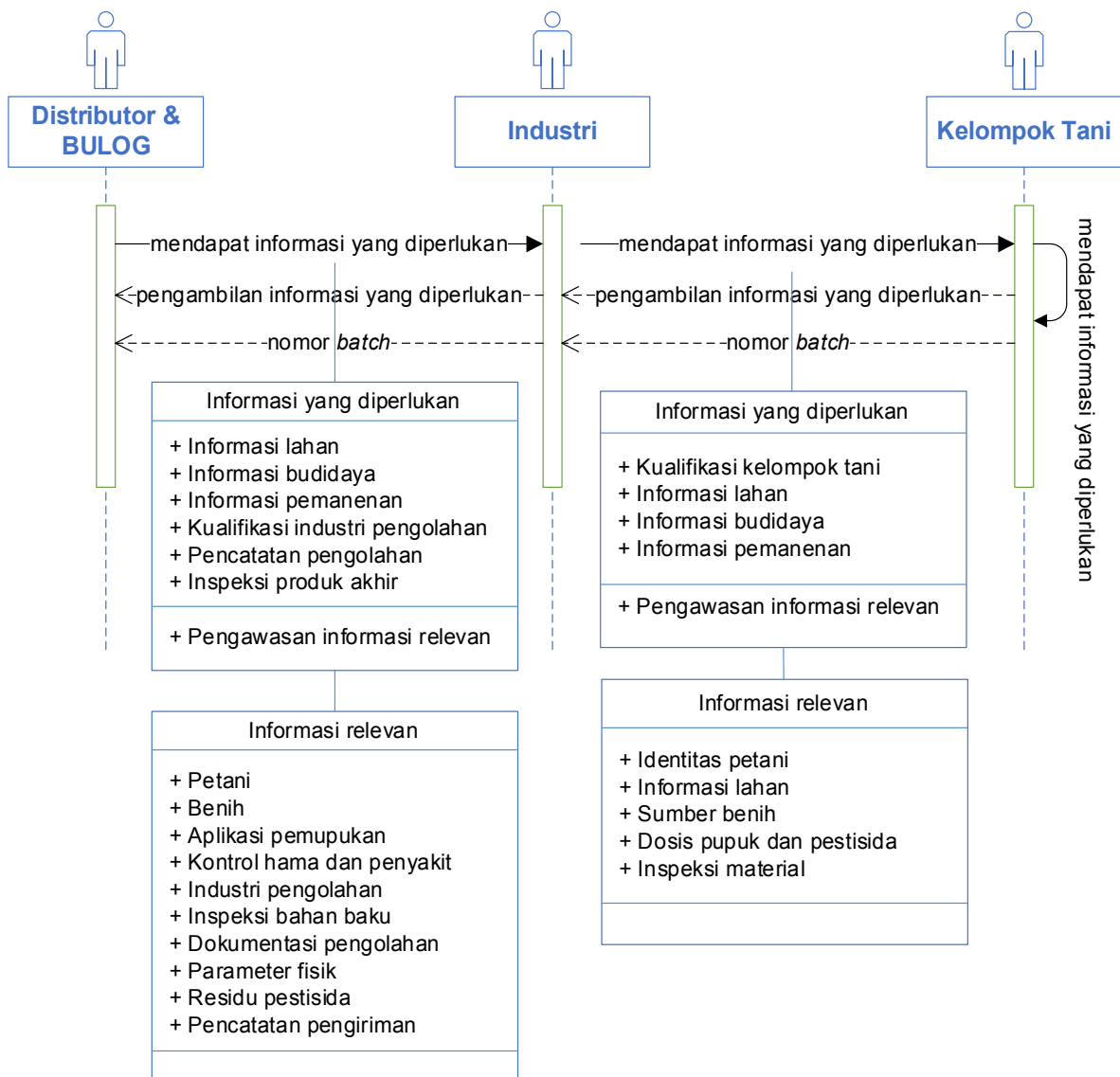
Kedua, adalah rantai pasok yang memiliki *driving force* dari BULOG. Industri penggilingan padi dan BULOG biasanya menjalin kemitraan bisnis sehingga beras yang dihasilkan akan dipasok kepada BULOG untuk tiga kegiatan utama, yaitu (i) kegiatan komersial, produk akhir dijual kepada mitra bisnis *retailer* maupun secara *online* melalui Toko Tani Indonesia (TTI) serta e-pangan; (ii) digunakan sebagai persediaan beras nasional untuk menjaga ketersediaan dan kestabilan harga beras; dan (iii) program pemerintah berupa bantuan sosial untuk keluarga prasejahtera.

anggota rantai pasok. Oleh karena itu, diperlukan metode dokumentasi untuk menghubungkan antarpelaku rantai pasok baik secara internal maupun eksternal. Sistem ketelusuran mempunyai kemampuan untuk mendeskripsikan seluruh proses di sepanjang rantai pasok (Zhang, dkk., 2010). Sistem ini digunakan sebagai alat pengelolaan risiko dan deteksi dini jika terdapat cemaran, kesalahan produksi maupun aktivitas lain yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan keamanan pangan.

Pada produksi beras, faktor-faktor yang memengaruhi kualitas dan keamanan bahan pangan terdapat pada kegiatan prapanen (budidaya), pascapanen dan penggilingan beras (Nugraha, 2012). Informasi tersebut harus dicatat oleh pelaku rantai pasok untuk proses pengawasan dan pertukaran informasi. Gambar 2 menunjukkan pelaku dan arus informasi pada rantai pasok beras melalui *sequence diagram*.

Kelompok tani merupakan pelaku awal rantai pasok yang memiliki peran dalam pembibitan, penanaman, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, dan penanganan pascapanen di lahan. Gabah yang dihasilkan oleh kelompok tani kemudian dijual kepada industri penggilingan berdasarkan dua persyaratan, antara lain (i) syarat kualitatif, seperti bebas hama penyakit, bebas bau, memiliki suhu normal; dan (ii) syarat



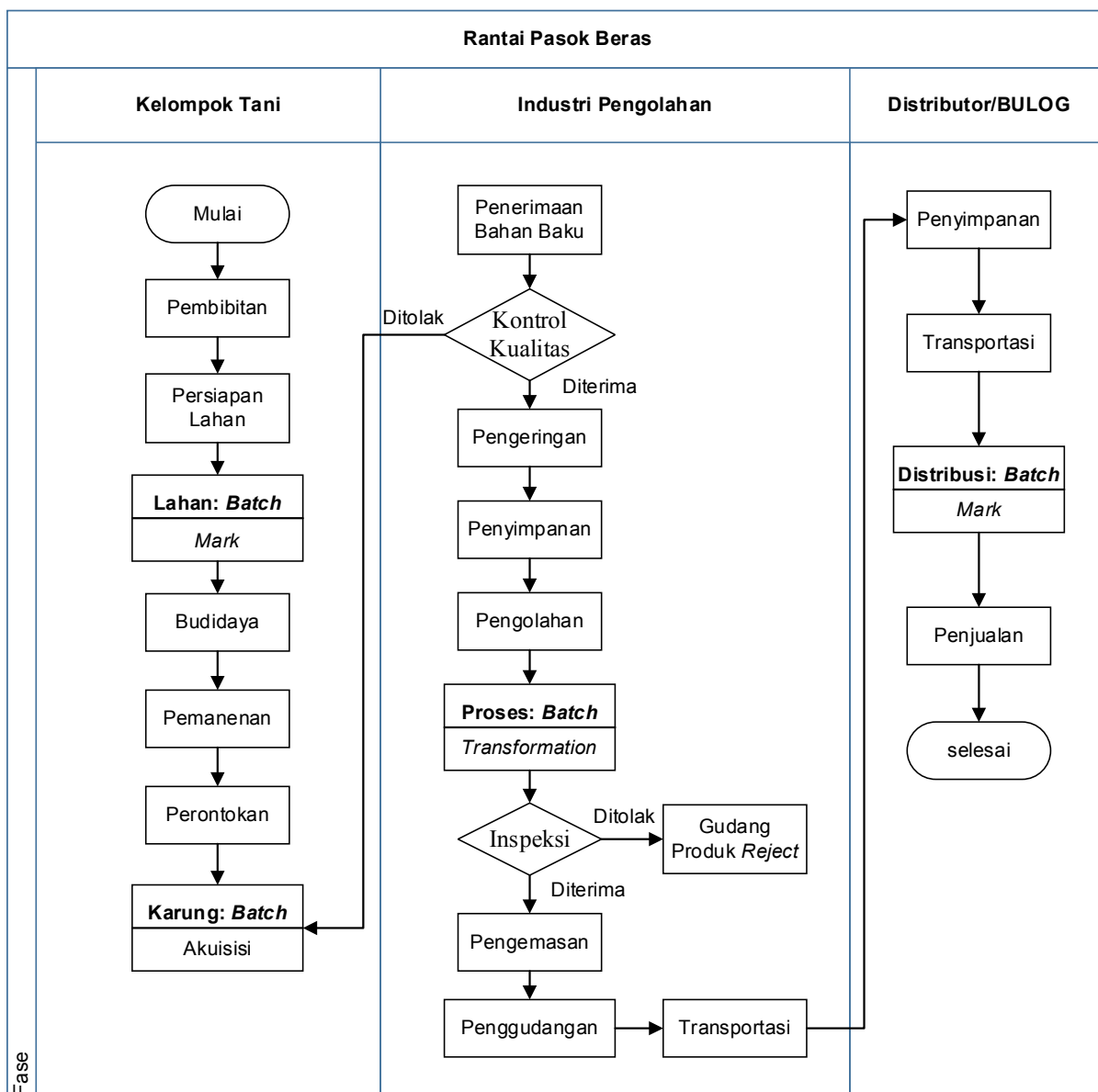


**Gambar 2.** Pelaku Kunci dan Informasi Dasar Ketelusuran pada Rantai Pasok Beras

kuantitatif, yaitu parameter fisik yang meliputi kadar air, gabah hampa, butir rusak, butir mengapur, benda asing, dan gabah varietas lain harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai gabah. Pada industri penggilingan, gabah yang memenuhi standar mutu kemudian dikeringkan dan disimpan dalam silo atau gudang bahan baku. Pada pengolahannya, dalam satu *batch* produksi dapat terdiri dari beberapa bahan baku dari kelompok tani yang berbeda. Penggilingan padi terdiri dari beberapa tahapan proses, yaitu *husking*, pemisahan, penyosohan, *grading*, *sorting*, kontrol kualitas, dan pengemasan. Beras yang telah diolah kemudian dijual kepada distributor, BULOG, dan *retailer*. Gambar 3 menunjukkan aliran informasi dari budidaya hingga pengolahan melalui diagram aktivitas.

### 3.3. Kebutuhan Fungsional Pengguna

Untuk dapat menghasilkan sistem ketelusuran yang efisien, langkah awal yang digunakan untuk mendeskripsikan hubungan antara pengguna dan sistem ketelusuran menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) *usecase diagram* (Thakur dan Hurburgh, 2009). Diagram *usecase*, digunakan untuk menjelaskan skenario yang terjadi antara pengguna dengan sistem. Menurut Yan, dkk. (2018), *usecase diagram* dapat membantu perancangan sistem dalam mendeskripsikan interaksi antara pengguna dengan sistem yang dibangun. Berdasarkan Gambar 4, sistem ketelusuran memiliki beberapa fungsi, antara lain (i) pencatatan kegiatan budidaya di lahan; (ii) pencatatan penanganan pascapanen

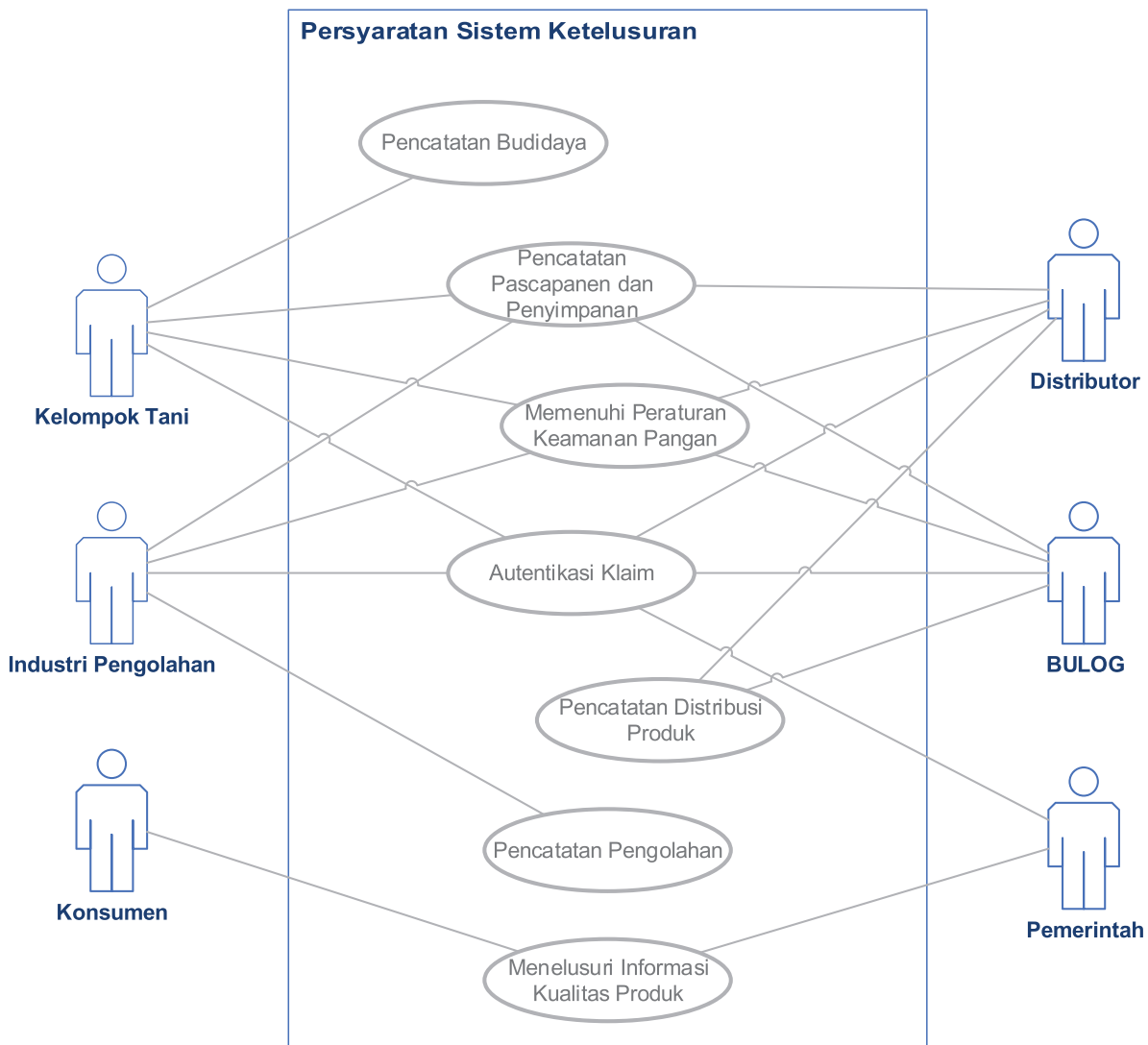


**Gambar 3.** Diagram Aktivitas Rantai Pasok Beras

dan penyimpanan; (iii) pencatatan aktivitas pengolahan beras; (iv) pencatatan proses transportasi dan distribusi produk; (v) autentikasi klaim yang mempunyai kemampuan dalam penyediaan data autentikasi berdasarkan data yang tersimpan; (vi) pemenuhan persyaratan keamanan pangan; dan (vii) kemampuan dalam melacak produk melalui sistem kueri (sistem untuk mengakses data pada sistem basis data).

Pada rantai pasok beras, kelompok tani dan industri pengolahan merupakan pelaku yang mempunyai tanggung jawab paling tinggi untuk menghasilkan mutu beras yang baik. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengidentifikasi berbagai informasi yang dapat memengaruhi

mutu dan keamanan bahan pangan pada kedua pelaku tersebut. Seminar, dkk (2020) menjelaskan bahwa mengidentifikasi informasi yang ditangkap adalah langkah utama dalam pengembangan sistem ketelusuran yang efektif. Setiap pelaku dalam rantai produksi bahan pangan memiliki persyaratan pencatatan dan metode perekaman informasi yang berbeda. Serangkaian informasi kunci untuk sistem ketelusuran pada setiap pelaku rantai pasok diidentifikasi dengan menggunakan dokumen pendukung berupa HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) dan pengalaman para manajer. Selain itu, juga digunakan beberapa dokumen pendukung seperti GAP



**Gambar 4.** Kebutuhan Fungsional Pengguna

(*Good Agricultural Practices*), GMP (*Good Manufacturing Practices*), dan GHP (*Good Handling Practices*) dalam mengidentifikasi titik-titik kritis pencatatan informasi (*Critical Traceability Point*) yang didukung oleh regulasi mengenai persyaratan kualitas.

Tabel 1 menyajikan informasi-informasi yang direkomendasikan untuk dicatat setiap pelaku rantai pasok beras. Pada proses budidaya beberapa informasi seperti informasi lahan, penanaman, pemupukan, aplikasi pestisida, dan pemanenan harus tercatat. Aplikasi pemupukan dan pestisida harus tercatat sebanyak tiga kali selama budidaya. Beberapa parameter yang dicatat meliputi nama pupuk atau pestisida, komposisi, dosis, tanggal aplikasi, metode, dan operator. Pada industri penggilingan, setiap bahan baku yang masuk ke

gudang harus tercatat. Setiap *batch* pengolahan dan hasil uji kualitas juga harus terdokumentasi. Selanjutnya, distribusi produk yang dilakukan oleh BULOG dan distributor harus tercatat dalam sistem ketelusuran.

Thakur dan Hurburgh (2009) menjelaskan bahwa dalam mengembangkan sistem ketelusuran perlu merancang basis data yang mendeskripsikan informasi-informasi yang dicatat dalam rantai pasok. UML statik diagram dapat digunakan untuk mengetahui struktur dan hubungan antarinformasi yang menyusun sistem ketelusuran beras seperti yang disajikan dalam Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, sistem utama dibagi menjadi lima sub-sistem yang terdiri dari manajemen budidaya, manajemen keamanan,

**Tabel 1. Critical Traceability Point (CTP) pada Rantai Pasok Beras**

Poin Utama	Informasi Ketelusuran	Frekuensi	Pelaku
Informasi Lahan	Lot lahan, luas lahan, lokasi, sumber air	Satu Kali	Kelompok Tani
Penanaman	tanggal pindah tanam, varietas, kualitas benih	Satu Kali	Kelompok Tani
Pemupukan	Nama pupuk, komposisi, dosis, tanggal aplikasi, metode, operator	Tiga Kali	Kelompok Tani
Pestisida	Nama pestisida, komposisi, dosis, tanggal aplikasi, metode, operator	Tiga Kali	Kelompok Tani
Pemanenan	Kondisi malai, tanggal panen, tanggal perontokan, berat	Satu Kali	Kelompok Tani
Penerimaan Bahan Baku	Pemasok, kontrol kualitas, berat	Satu Kali	Industri Pengolahan
Pengolahan	Tanggal pengolahan, operator, kuantitas, nama produk	Satu Kali	Industri Pengolahan
Kualitas	Persyaratan umum, parameter fisik, residu pestisida, varietas, kadaluarsa	Satu Kali	Industri Pengolahan
Distribusi Produk	Nama produk, tanggal penjualan, harga, operator pengiriman	Satu Kali	Distributor dan BULOG

manajemen kode *batch*, manajemen produksi, dan manajemen pengguna. Model tersebut mendorong tiap pelaku rantai pasok untuk dapat bertanggung jawab pada informasi ketelusuran melalui sistem penyimpanan terpusat. Hal ini dapat mendukung sistem kueri yang menyediakan kemampuan untuk menelusuri produk bagi konsumen akhir. Mekanisme penginputan data terdiri dari beberapa tahapan untuk memastikan integritas dan kebenaran data, yakni (i) pelaku harus terdaftar dalam sistem; (ii) data dimasukkan dalam basis data oleh staf yang bertanggung jawab; dan (iii) sebelum disimpan pada sistem, data divalidasi oleh pengelola.

Manajemen budidaya merupakan modul yang sangat penting dalam pengelolaan budidaya karena akan berpengaruh pada kualitas dan keamanan produk. Modul ini terdiri dari empat bagian, yaitu informasi kelompok tani, informasi lahan, informasi benih, dan informasi budidaya. Sangat penting bagi kelompok tani sebelum melakukan pembibitan untuk memastikan tanah dan sumber air yang digunakan tidak tercemar oleh bahan kimia yang berbahaya. Oleh karena itu, pemantauan lahan dan sumber air penting dilakukan untuk memastikan nutrisi tanaman cukup. Lebih lanjut, petani perlu membeli benih yang baik yaitu benih bersertifikat sesuai yang ditetapkan oleh pemerintah dan mencatat data benih tersebut.

Manajemen keamanan merupakan modul yang berfungsi dalam kontrol keamanan mulai

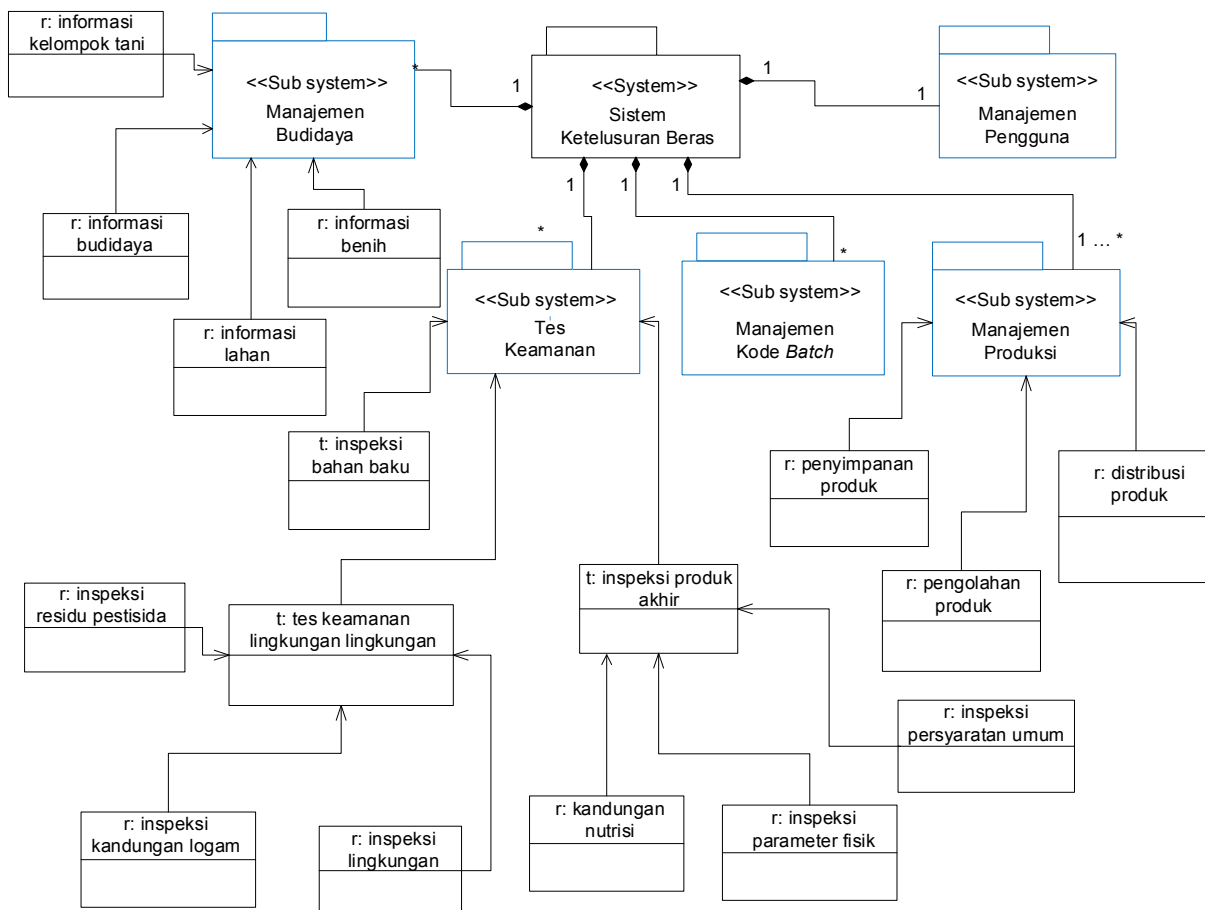
dari produksi di lahan hingga pengolahan. Proses pengawasan keamanan pangan dilakukan ketika (i) proses budidaya, yang meliputi pemantauan residu pestisida, kandungan logam berat, dan lingkungan; dan (ii) proses pengolahan, yang mencakup pemantauan kualitas bahan baku, kandungan nutrisi, dan parameter fisik produk akhir. Hal ini tentunya sangat penting diperhatikan untuk dapat meningkatkan kualitas dan keamanan beras.

Manajemen kode *batch*, merupakan kode identifikasi *batch* produksi yang diberikan pada produk akhir oleh industri untuk proses penelusuran. Kode identifikasi *batch* produksi lalu dimasukkan ke dalam alat akuisisi data berupa *QR Code*. Selain itu, industri juga harus mencatat beberapa informasi, seperti berat, varietas, asal bahan baku, dan informasi perusahaan.

Manajemen produksi merupakan modul dasar yang digunakan untuk mencatat proses produksi, seperti pengumpulan bahan baku, operasi pengolahan, pengemasan, penyimpanan, pengujian mutu produk akhir, dan distribusi. Melalui modul ini pelaku rantai pasok bertanggung jawab untuk mencatat seluruh aktivitas relevan.

Manajemen pengguna setiap pelaku dalam rantai pasok memiliki peran masing-masing sehingga memiliki hak administratif yang berbeda pada sistem ketelusuran. Pengguna umum (konsumen) tidak diperkenankan





**Gambar 5.** UML Statik Diagram untuk Ketelusuran.  
Keterangan : r berarti: pencatatan; t berarti: tes

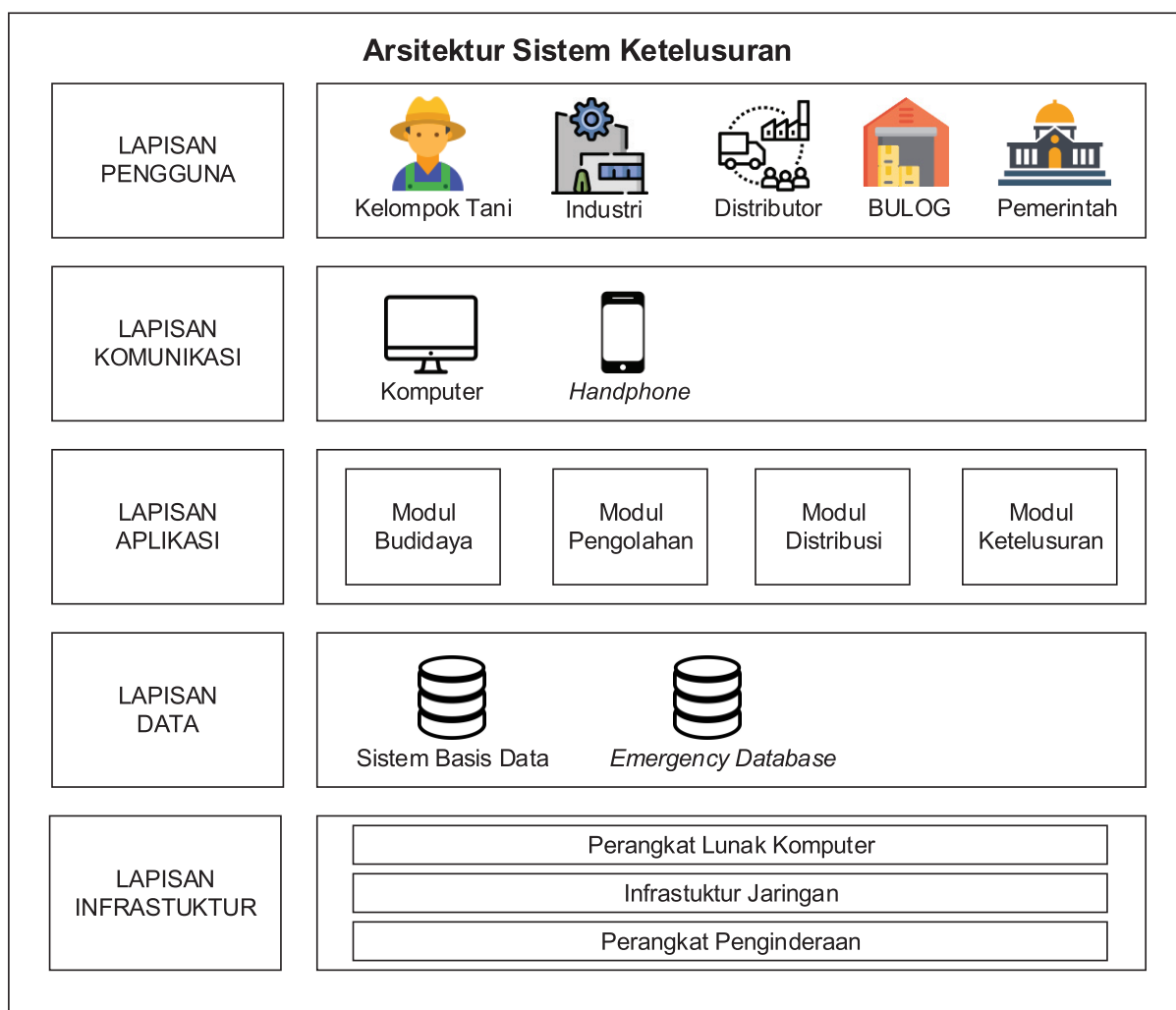
mengakses halaman manajemen produksi dan hanya dapat melakukan proses penelusuran untuk mendapatkan informasi produk.

### 3.4. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem informasi didefinisikan sebagai desain yang berisi deskripsi rinci mengenai struktur dari sebuah sistem yang dibangun. Arsitektur merupakan sebuah pemetaan rencana kebutuhan-kebutuhan, komponen, dan teknologi pendukung sebuah sistem informasi dari sebuah organisasi (Jain, 2014). Seminar (2016) menjelaskan bahwa arsitektur sistem ketelusuran dapat mengumpulkan seluruh informasi pada tiap pelaku rantai pasok untuk disimpan dalam *server* penelusuran baik itu pada *local storage* maupun *cloud-based storage*. Gambar 6 mendeskripsikan arsitektur ketelusuran beras yang terdiri dari lapisan infrastruktur, pengguna, komunikasi, aplikasi, dan data. Lapisan infrastruktur terdiri dari perangkat keras komputer, infrastruktur jaringan, dan sensor. Perangkat keras komputer merupakan infrastruktur utama yang didukung

oleh teknologi jaringan untuk mengirimkan informasi dan sensor sebagai sarana akuisisi data. Lapisan data terdiri dari *system database* sebagai basis data utama dan *emergency database* yang berfungsi dalam keadaan darurat dalam menjalankan sistem. Lapisan aplikasi terdiri dari beberapa modul, yaitu modul budidaya, modul pengolahan, modul distribusi, dan modul untuk penelusuran. Modul ini dapat diakses oleh pelaku rantai pasok yang telah melakukan registrasi dalam sistem. Lapisan pengguna sistem yaitu seluruh pelaku yang telah terdaftar dalam sistem ketelusuran. Lapisan komunikasi merupakan fungsi yang terdapat dalam sistem ketelusuran agar seluruh pelaku yang terdaftar dapat saling berkomunikasi dengan yang lainnya untuk pertukaran informasi antarpelaku rantai pasok.

Desain sistem ketelusuran terbagi ke dalam dua halaman utama, yaitu untuk *user* umum (konsumen) dan halaman untuk pelaku rantai pasok. Halaman *user* umum tidak



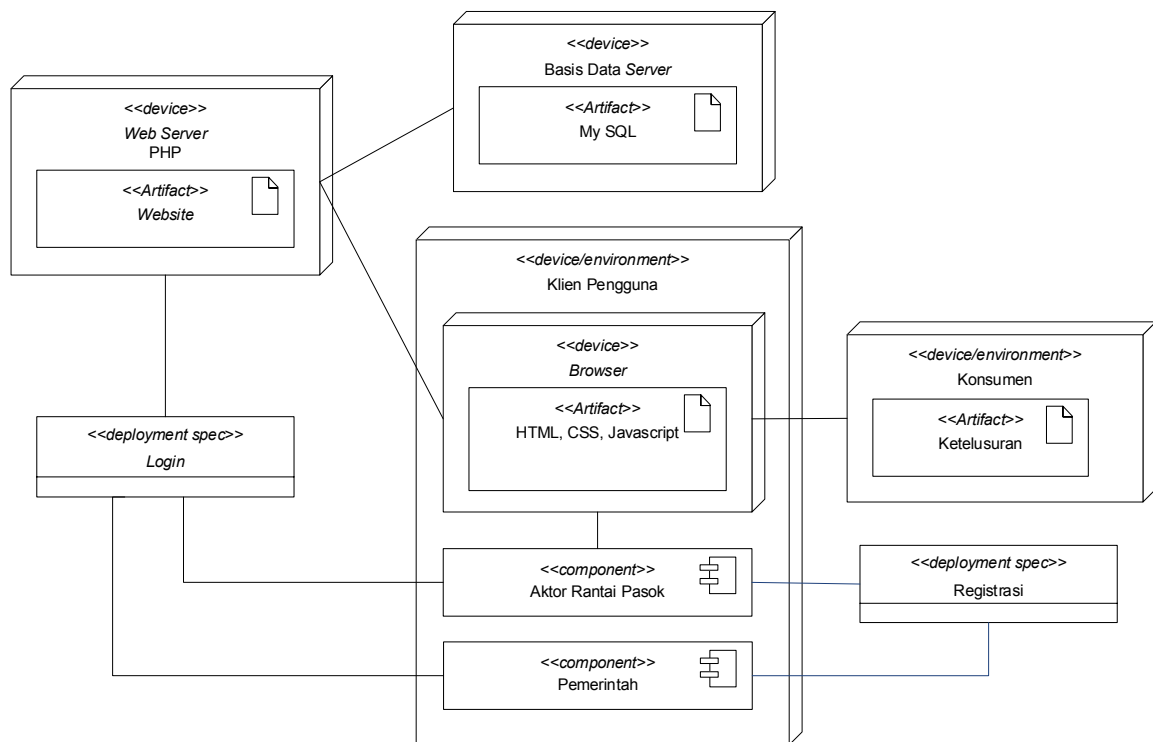
**Gambar 6.** Arsitektur Sistem Ketelusuran pada Rantai Pasok Beras

memerlukan proses autentifikasi, konsumen hanya diperkenankan untuk melakukan proses penelusuran produk. Pada pelaku rantai pasok, jika ingin mengakses halaman manajemen produksi diwajibkan untuk melakukan registrasi terlebih dahulu melalui halaman yang telah disediakan.

Registrasi dilakukan untuk memvalidasi tiap pelaku merupakan pelaku legal yang terdaftar pada Kementerian Pertanian dan Kementerian Perindustrian Republik Indonesia sehingga meminimalisir pelaku ilegal yang tidak bertanggung jawab. Pelaku akan mendapatkan pemberitahuan jika registrasi telah berhasil. Pelaku dapat mengakses sistem dengan melakukan *login* melalui proses autentifikasi yang merupakan proses verifikasi untuk memastikan pelaku yang mencoba masuk ke dalam *database* adalah *user* sah dan diberi izin. Verifikasi ini menggunakan pengaturan

hak akses (*user level*) sesuai dengan perannya masing-masing. Pelaku yang berhasil masuk ke dalam sistem kemudian dapat melakukan proses manajemen dengan mencatat dan seluruh kegiatan produksi yang dilakukan.

Sistem ketelusuran merupakan sistem yang terintegrasi sehingga dapat menggambarkan setiap proses tahapan produksi yang dikelola oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Sistem ketelusuran dapat mengintegrasikan seluruh pelaku rantai pasok karena pengguna sistem merupakan pelaku legal yang teregistrasi dan terverifikasi pada sistem basis data di kementerian. Kendala potensial yang dihadapi dalam implementasi sistem adalah kesiapan sumber daya manusia dan teknologi. Peningkatan kesiapan sumber daya manusia dapat dilakukan dengan pelatihan yang diselenggarakan pemerintah utamanya di tingkat petani. Lebih lanjut, kesiapan teknologi



**Gambar 7.** *Deployment Diagram* Sistem Ketelusuran

dapat ditingkatkan dengan pemerataan sarana dan prasarana yang diperlukan.

Pada rencana pengembangannya sistem ketelusuran yang akan dibangun berbasis website. *User interface* (UI) sistem ketelusuran dikembangkan dengan menggunakan HTML (*Hypertext Mark up Language*), CSS (*Cascading Style Sheet*), dan *Javascript* kemudian untuk *backend* digunakan PHP (*Hypertext Preprocessor*). Ilustrasi mengenai sistem ketelusuran yang dikembangkan disajikan dalam Gambar 7 melalui *deployment diagram*.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Rantai pasok beras terdiri dari lima pelaku utama, yaitu kelompok tani, industri pengolahan, distributor, BULOG, dan *retailer*. Berdasarkan hal tersebut, fungsionalitas sistem ketelusuran telah berhasil dikembangkan dengan serangkaian diagram UML untuk merepresentasikan proses bisnis, analisis kebutuhan pengguna, dan transformasi informasi dalam rantai pasok. Selain itu, arsitektur dan *deployment diagram* disusun untuk merepresentasikan struktur sistem ketelusuran.

Analisis kebutuhan fungsionalitas dan pemodelan kebutuhan informasi memiliki implikasi

praktis dalam penerapan sistem ketelusuran beras. Sebuah studi ke depan adalah mengimplementasikan kerangka kerja yang diusulkan sehingga umpan balik didapatkan dari seluruh pengguna sistem ketelusuran untuk memverifikasi dan mengetahui keterbatasan model yang bermanfaat untuk memberikan wawasan bagi perbaikan model.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia melalui program Pendidikan Magister Menuju Doktor Untuk Sarjana Unggul (PMDSU) atas semua dukungan yang diberikan selama menempuh studi di Institut Pertanian Bogor (IPB University).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Triesty, dan R. Yudhastuti. 2014. Penerapan Good Manufacturing Practices Pada Industri Rumah Tangga Kerupuk Teripang di Sukolilo Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 7 (2): 148–58.
- Bosona, Techane, and G. Gebresenbet. 2013. Food Traceability as an Integral Part of Logistics Management in Food and Agricultural Supply Chain. *Food Control* 33 (1): 32–48.
- Dabbene, Fabrizio, P. Gay, and C. Tortia. 2014. Traceability Issues in Food Supply Chain

- Management: A Review. *Biosystems Engineering* 120: 65–80.
- Hadiguna, R.A. 2016. *Manajemen Rantai Pasok Agroindustri: Pendekatan Berkelanjutan untuk Pengukuran Kinerja dan Penilaian Risiko*. Andalas University Press. Padang.
- Hu, J., X. Zhang, L. Moga, and M. Neculita. 2013. Modeling and implementation of the vegetable supply chain traceability system. *Food control*. Vol. 30(1): 341–353.
- Jain, A. 2014. Effective information architecture for web-based systems. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. Vol. 4(8): 752-757.
- Mahbubi, Akhmad. 2013. Model Dinamis Supply Chain Beras Berkelanjutan. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis* 10 (2): 81–89.
- Nugraha, Sigit. 2012. Inovasi Teknologi Pascapanen untuk Mengurangi Susut Hasil dan Mempertahankan Mutu Gabah/Beras di Tingkat Petani. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 8 (1): 48–61.
- Pujawan, I.N. 2005. Supply Chain Management. Guna Widya. Surabaya.
- Purwandoko, Pradeka Brilyan, K. B. Seminar, Sutrisno, dan Sugiyanta. 2018. Analisis Rantai Pasok Beras Organik di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pangan* 27 (3): 187–94. DOI: <https://doi.org/10.33964/jp.v27i3.390>
- Purwandoko, Pradeka Brilyan, K. B. Seminar, Sutrisno, and Sugiyanta. 2019. Development of a Smart Traceability System for the Rice Agroindustry Supply Chain in Indonesia. *Information (Switzerland)* 10 (10).
- Seminar, K.B. 2016. Food chain transparency for food loss and waste surveillance. *J. Dev. Sustain. Agric*. Vol. 11: 17–22.
- Seminar, K.B., E.L. Aditya, H. Imantho, D.G. Purnama, A. Yani, L. Cyrilla. 2020. The development of an e-traceability system for cattle delivery chains. *Int. J. Sup. Chain. Mgt*. Vol. 9(5): 1350–1358.
- Suismono, Damiadi, S. 2010. Prospek beras berlabel SNI. *Jurnal Pangan*. Vol. 19: 30–39.
- Thakur, Maitri, and Charles R. Hurburgh. 2009. Framework for Implementing Traceability System in the Bulk Grain Supply Chain. *Journal of Food Engineering* 95 (4): 617–26.
- Thakur, Maitri, and K.A.M. Donnelly. 2010. Modeling Traceability Information in Soybean Value Chains. *Journal of Food Engineering* 99 (1): 98–105.
- Yan, C., F. Huanhuan, B. Ablikim, G. Zheng, Z. Xiaoshuan, L. Jun. 2018. Traceability information modeling and system implementation in Chinese domestic sheep meat supply chains. *Journal of Food Process Engineering*. Vol. 41 (7): 1–12.
- Yanuarti, A.R., dan M.D. Afsari. 2016. *Profil Komoditas Barang Kebutuhan Pokok dan Barang Penting Komoditas Beras*. Kementerian Perdagangan. Jakarta.
- Wahyuningsih. 2019. Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. *Buletin Konsumsi Pangan* 09 (01): 32–42.
- Zhang, Xiaoshuan, S. Lv. M. Xu, and W. Mu. 2010. Applying Evolutionary Prototyping Model for Eliciting System Requirement of Meat Traceability at Agribusiness Level. *Food Control* 21 (11): 1556–62.
- Zhang, X., J. Feng, M. Xu, and J. Hu. 2011. Modeling traceability information and functionality requirement in export-oriented tilapia chain. *J Sci Food Agric*. Vol. 91: 1316–1325.

#### BIODATA PENULIS:

**Pradeka Brilyan Purwandoko**, dilahirkan di Palangka Raya, 15 Agustus 1993. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Pertanian Universitas Gadjah Mada tahun 2015, S2 Teknologi Pascapanen Institut Pertanian Bogor tahun 2016, dan S3 Ilmu Keteknikan Pertanian Institut Pertanian Bogor tahun 2020.

**Kudang Boro Seminar**, dilahirkan di Jember, 18 November 1959. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 Mekanisasi Pertanian Institut Pertanian Bogor pada tahun 1983, S2 dan S3 *Computer Science University of New Brunswick* pada tahun 1989 dan 1993.

**Sutrisno**, dilahirkan di Lamongan, 20 Juli 1959. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 Mekanisasi Pertanian Institut Pertanian Bogor tahun 1983, S2 *Agricultural Engineering Ryuku University*, dan S3 *Agricultural Engineering Tokyo University* tahun 1994.

**Sugiyanta**, dilahirkan di Klaten 15 Januari 1963. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 Budidaya Pertanian Institut Pertanian Bogor tahun 1987, S2 dan S3 Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor pada tahun 1995 dan 2007.