

SISTEM MONITORING BIAYA PROYEK KONSTRUKSI

Firdaus¹, Yulia Hastuti²

¹ Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

² Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

^{1,2} Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km.32, Indralaya, Ogan Ilir 30662

¹ firdaus_civil@yahoo.com, ² keisyi96@yahoo.com

Abstrak

Pada penelitian sebelumnya, telah dikembangkan aplikasi Cost Estimation System for Construction Project (CES-CP). CES-CP memiliki fungsi untuk membuat rencana pekerjaan beserta anggaran biaya sebuah proyek konstruksi. Makalah ini mengusulkan sistem untuk memonitoring jalannya proyek konstruksi berdasarkan rencana pekerjaan yang telah dibuat pada aplikasi CES-CP yang telah dikembangkan sebelumnya. Sistem ini memungkinkan pelaporan kemajuan pekerjaan pada sebuah proyek dilaporkan langsung oleh pelaksana pekerjaan dan pengawas dapat mengawasi kemajuan pekerjaan. Untuk memonitoring performa proyek digunakan teknik *Earned Value Management* (EVM). Penggunaan sistem ini dapat membantu manajer proyek memonitor performa proyek lebih cepat dan dapat segera mengambil tindakan perbaikan.

Kata kunci : sistem monitoring, *earned value management*, performa proyek.

1. Pendahuluan

Sebagai barometer pertumbuhan ekonomi nasional, industri konstruksi memegang peran penting dalam pembangunan nasional. Berbagai proyek berskala besar dikerjakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin kompleks. Hal tersebut memicu perkembangan industri konstruksi di Indonesia, khususnya dalam pembangunan infrastruktur, mendukung terciptanya sarana dan prasarana sosial dan ekonomi yang lebih baik bagi masyarakat. Pembangunan infrastruktur memungkinkan peningkatan mobilitas masyarakat dan niaga; prasarana sanitasi, kesehatan dan pendidikan serta fungsi-fungsi sosial lainnya juga menjadi lebih baik.

Industri konstruksi Indonesia sendiri telah tumbuh sejak awal tahun 1970an. Data BPS menunjukkan bahwa kontribusi industri konstruksi nasional terhadap PDB atas dasar harga berlaku pada tahun 2013 mencapai Rp 907,3 triliun, naik Rp 63,2 triliun dibandingkan tahun 2012 yaitu sebesar Rp 844,1 triliun [1].

Sebuah proyek dalam industri konstruksi mempunyai keterbatasan akan sumber daya, baik berupa manusia, material, biaya ataupun alat. Hal ini membutuhkan manajemen proyek mulai dari fase awal hingga fase penyelesaian proyek. Dengan meningkatnya tingkat kompleksitas proyek dan semakin langkanya sumber daya, maka dibutuhkan juga peningkatan sistem pengelolaan proyek yang baik dan terintegrasi [2]. Perencanaan dan

pengendalian biaya dan waktu merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Pada tahapan itu, pengelolaan anggaran biaya untuk melaksanakan pekerjaan tersebut, perlu dirancang dan disusun sedemikian rupa berdasarkan sebuah konsep estimasi yang terstruktur sehingga menghasilkan nilai estimasi rancangan yang tepat dalam arti ekonomis.

Nilai estimasi anggaran yang disusun selanjutnya dikenal dengan istilah Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek, yang mempunyai fungsi dan manfaat lebih lanjut dalam hal mengendalikan sumberdaya material, tenaga kerja, peralatan dan waktu pelaksanaan proyek sehingga pelaksanaan kegiatan proyek yang dilakukan akan mempunyai nilai efisiensi dan efektivitas.

Konsep penyusunan RAB Proyek, pada pelaksanaannya didasarkan pada sebuah analisa masing-masing komponen penyusunnya (material, upah dan peralatan) untuk tiap-tiap item pekerjaan yang terdapat dalam keseluruhan proyek. Hasil analisa komponen tersebut pada akhirnya akan menghasilkan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) per item yang menjadi dasar dalam menentukan nilai estimasi biaya pelaksanaan proyek keseluruhan dengan mekonversikannya kedalam total volume untuk tiap item pekerjaan yang dimaksud.

Dalam pelaksanaan suatu proyek sangat jarang ditemui suatu proyek yang berjalan tepat sesuai dengan yang direncanakan. Umumnya mengalami keterlambatan yang direncanakan, baik waktu maupun kemajuan pekerjaan, tetapi ada juga proyek

yang mengalami percepatan dari jadwal awal yang direncanakan .

Biaya yang telah dikeluarkan dan waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan harus diukur secara kontinyu untuk melihat penyimpangannya terhadap rencana. Adanya penyimpangan biaya dan waktu yang signifikan mengindikasikan pengelolaan proyek yang buruk. Dengan adanya indikator prestasi proyek dari segi biaya dan waktu ini memungkinkan tindakan pencegahan agar pelaksanaan proyek berjalan sesuai dengan rencana [3].

Pengumpulan data kontrol kinerja proyek secara manual menghasilkan data dengan kualitas rendah dan rawan terjadi kesalahan. Kontrol kinerja proyek secara otomatis merupakan pendekatan baru yang masih dalam tahap perkembangan. Ini menunjukkan potensi nyata untuk memonitoring proyek konstruksi secara efektif, sehingga memecahkan masalah serius yang terjadi pada manajemen konstruksi [4].

Pada penelitian sebelumnya, Narang telah mengembangkan aplikasi Cost Estimation System for Construction Project (CES-CP). CES-CP memiliki fungsi untuk membuat rencana pekerjaan beserta anggaran biaya sebuah proyek konstruksi [5].

Maka dari itu, penulis mengusulkan untuk membuat sistem yang dapat memonitoring jalannya proyek konstruksi berdasarkan rencana pekerjaan yang telah dibuat pada aplikasi CES-CP. Sistem serupa sudah pernah dibuat sebelumnya oleh Cheung dan Suen yang menggunakan World Wide Web dan teknologi database. Kekurangan pada sistem ini yaitu sangat bergantung pada koneksi internet pada sistemnya. Jika tidak ada koneksi internet pada lokasi proyek konstruksi, maka sistem tidak akan jalan [6]. Maka dari itu, penulis mengusulkan untuk membuat sistem yang bisa dijalankan tanpa bergantung pada koneksi internet. Metode input pada sistem yang akan dibuat bisa menggunakan SMS, Batch ataupun menggunakan operator. Sehingga jika suatu saat tidak terdapat jaringan internet pada lokasi proyek konstruksi, manajemen proyek tetap bisa memonitor jalannya proyek tersebut secara real-time.

Sistem ini juga menggunakan teknik Earned Value seperti yang digunakan pada penelitian Aliverdi. Adapun Earned Value adalah suatu teknik dalam manajemen proyek untuk mengukur kemajuan proyek secara objektif dan memberikan peringatan sedini mungkin jika terdapat masalah kinerja.

Pada penelitiannya, Aliverdi mengkombinasikan teknik Earned Value dengan Statistical Quality Control Charts yang dapat meningkatkan kemampuan teknik Earned Value dan dapat berkontribusi untuk proses monitoring proyek yang lebih baik dan dapat diandalkan [7].

Aliverdi dalam jurnalnya menyebutkan, kombinasi ini membantu untuk menemukan perubahan penting yang terjadi pada proyek dalam konteks biaya dan waktu secepat mungkin. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan perubahan, yang

walaupun sangat kecil, yang tidak dapat ditemukan jika menggunakan pendekatan biasa, untuk ditemukan.

2. Proyek Konstruksi

2.1 Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan yang unik, kompleks, dan seluruh aktivitas didalamnya memiliki satu tujuan, yang harus diselesaikan tepat waktu, tepat sesuai anggaran, dan sesuai dengan spesifikasi [8].

Dian Tjundoko (2011) menyebutkan, berdasarkan pengertian tersebut dapat didefinisikan karakteristik utama proyek adalah sebagai berikut:

1. Memiliki satu sasaran yang jelas dan telah ditentukan yang menghasilkan lingkup tertentu berupa produk akhir.
2. Bersifat sementara dengan titik awal dan akhir yang jelas.
3. Didalamnya terdapat suatu tim yang memiliki banyak disiplin ilmu serta terdiri atas banyak departemen, dengan sasaran anggota tim yang berbeda.
4. Mengerjakan sesuatu yang belum pernah dikerjakan sebelumnya atau memiliki sifat yang berubah atau non-rutin (unik).
5. Jenis dan intensitas kegiatan cepat berubah dalam kurun waktu yang relatif singkat, dan memiliki kadar risiko tinggi.

2.2 Proyek Konstruksi

Konstruksi merupakan segala bentuk kegiatan membuat, memelihara dan memperbaiki infrastruktur seperti jalan, jembatan, gedung dan irigasi. Proses kegiatan konstruksi yang dibatasi oleh waktu dan sumber daya yang terbatas disebut dengan proyek konstruksi [9].

[9] menyebutkan, sumber daya proyek konstruksi merupakan suatu kemampuan dan kapasitas potensi yang dimanfaatkan untuk kegiatan proyek konstruksi. Sumber daya proyek konstruksi terdiri dari :

1. Sumber daya biaya. Sumber daya biaya merupakan modal awal yang digunakan dalam pengadaan suatu konstruksi. Biaya proyek konstruksi sangat perlu diperhatikan karena sering terjadi pengadaan biaya yang tidak sesuai. Sumber daya biaya proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung (*direct cost*) merupakan biaya proyek konstruksi yang digunakan untuk biaya bahan/material, biaya upah/labor/man power, dan biaya alat/equipment. Biaya tidak langsung (*indirect cost*) merupakan biaya yang digunakan untuk biaya *overhead*, biaya tak terduga/contingencies, dan biaya keuntungan/profit (AAE). Proses

dalam manajemen sumber daya biaya adalah perencanaan, estimasi, penganggaran dan pengendalian.

2. Sumber daya waktu. Sumber daya waktu dalam jasa konstruksi sangat penting karena digunakan untuk membuat jadwal dalam perencanaan dan pengendalian mulai dan berakhirnya proyek konstruksi. Manajemen waktu pada suatu proyek (*Project Time Management*) dilakukan untuk dapat mengoptimalkan waktu proyek. Proses pada manajemen waktu proyek adalah pendefinisian aktivitas, urutan aktivitas, estimasi durasi, pengembangan jadwal, dan pengendalian jadwal.
3. Sumber daya tenaga kerja. Tenaga kerja dibagi menjadi dua yaitu penyedia atau pengawas serta pekerja atau buruh lapangan. Sedangkan jika dilihat dari bentuk hubungan kerja antar pihak yang bersangkutan, tenaga kerja konstruksi dibagi menjadi dua yaitu tenaga kerja langsung dan tenaga kerja borongan.
4. Sumber daya material atau bahan. Sumber daya material merupakan bagian terpenting pada proyek. Berdasarkan beberapa penelitian, biaya material menyerap 50-70% dari biaya proyek, biaya ini belum termasuk biaya penyimpanan material. Material dibagi menjadi tiga kategori yaitu *engineered materials*, *bulk materials*, dan *fabricated materials*.
5. Sumber daya peralatan. Sumber daya peralatan merupakan sumber daya terpenting yang dapat mendukung tercapainya tujuan yang diinginkan. Kebutuhan peralatan pada proyek konstruksi sebesar 7-15 % dari biaya proyek [10]. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, salah satu unsur biayanya adalah biaya penggunaan alat berat (*Heavy Equipment*).

3. Earned Value Technique

Earned Value (EV) adalah sebuah teknik pada manajemen proyek yang mengukur kinerja proyek secara objektif dan memberikan peringatan sedini mungkin jika terdapat masalah performa. [10]

EV mengukur performa dan kemajuan proyek melalui manajemen yang terintegrasi dengan 3 elemen penting dalam proyek yaitu biaya, penjadwalan dan ruang lingkup. Kesimpulannya, EV memberikan indeks untuk performa biaya dan waktu, dan untuk kelengkapan estimasi proyek. [10]

Earned Value Management adalah sebuah teknik manajemen untuk memonitoring performa proyek. [11]

EVM mengintegrasikan kontrol ruang lingkup, biaya dan penjadwalan di bawah kerangka kerja yang sama dan menghasilkan variasi performa dan indeks yang memungkinkan manager untuk mendeteksi kelebihan biaya dan keterlambatan proyek [11].

EVM sudah terbukti menjadi salah satu pengukuran performa yang paling efektif dan sebagai

alat umpan balik dalam mengatur proyek [12]. EVM disebut sebagai 'Manajemen dengan titik terang', karena membantu menjelaskan secara jelas dan objektif dimana proyek itu berada dan kemana proyek tersebut akan berjalan, - dan diperbandingkan dengan dimana dan kemana proyek tersebut seharusnya berjalan. [12]

Elemen-elemen pada EVM yaitu:

- a. *Planned Value (PV)*. mendeskripsikan seberapa jauh proyek seharusnya berada pada suatu titik tertentu di jadwal proyek [12].
- b. *Earned Value (EV)*. adalah suatu gambaran kemajuan proyek pada suatu titik pada saat tertentu. Biasa juga disebut *Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)*, ini mencerminkan jumlah pekerjaan yang sudah diselesaikan sampai sekarang (atau pada jangka waktu tertentu), dinyatakan sebagai nilai pekerjaan yang direncanakan.
- c. *Actual Cost (AC)*. *Actual Cost* disebut juga *Actual Cost of Work Performed (ACWP)* adalah indikasi dari tingkat sumber daya yang telah dikeluarkan untuk mencapai pekerjaan yang dilakukan sesuai dengan waktunya (atau dalam jangka waktu tertentu).
- d. *Schedule Variance (SV)*, menentukan apakah proyek mengalami kemajuan atau kemunduran dari jadwal.

$$SV = EV - PV \quad (1)$$

Nilai SV dihitung dengan menggunakan persamaan 1. Nilai SV positif menunjukkan kondisi yang baik, sedangkan nilai negatif menunjukkan kondisi yang kurang baik

- e. *Schedule Performance Index (SPI)*, mengindikasikan seberapa efisien tim proyek memanfaatkan waktunya. SPI dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$SPI = EV/PV \quad (2)$$

- f. *Cost Variance (CV)*, menunjukkan apakah biaya yang dikeluarkan melebihi atau kurang dari yang direncanakan. CV dapat dihitung dengan persamaan 3.

$$CV = EV - AC \quad (3)$$

- g. *Cost Performance Index (CPI)*, merupakan indikator yang jelas dari efisiensi biaya kumulatif sebuah proyek. CPI dapat dihitung dengan persamaan 4.

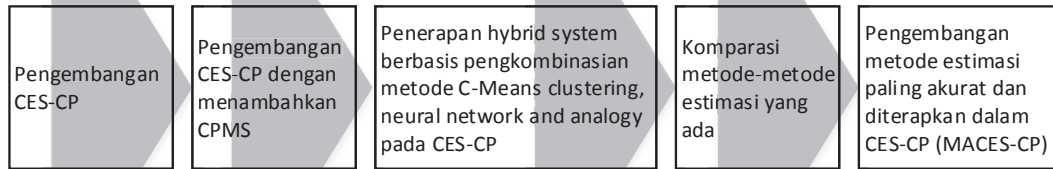
$$CPI = EV / AC \quad (4)$$

4. Metodologi

Penelitian yang diusulkan ini merupakan tahapan kedua dari pengembangan *Most Accurate Cost Estimation System for Construction Project*

(MACES-CP). MACES-CP adalah sebuah sistem yang digunakan untuk memperkirakan biaya sebuah proyek dengan tingkat akurasi yang tinggi. Akurasi yang tinggi didapat dari penggunaan metode estimasi paling optimum dengan sumber pengetahuan dari

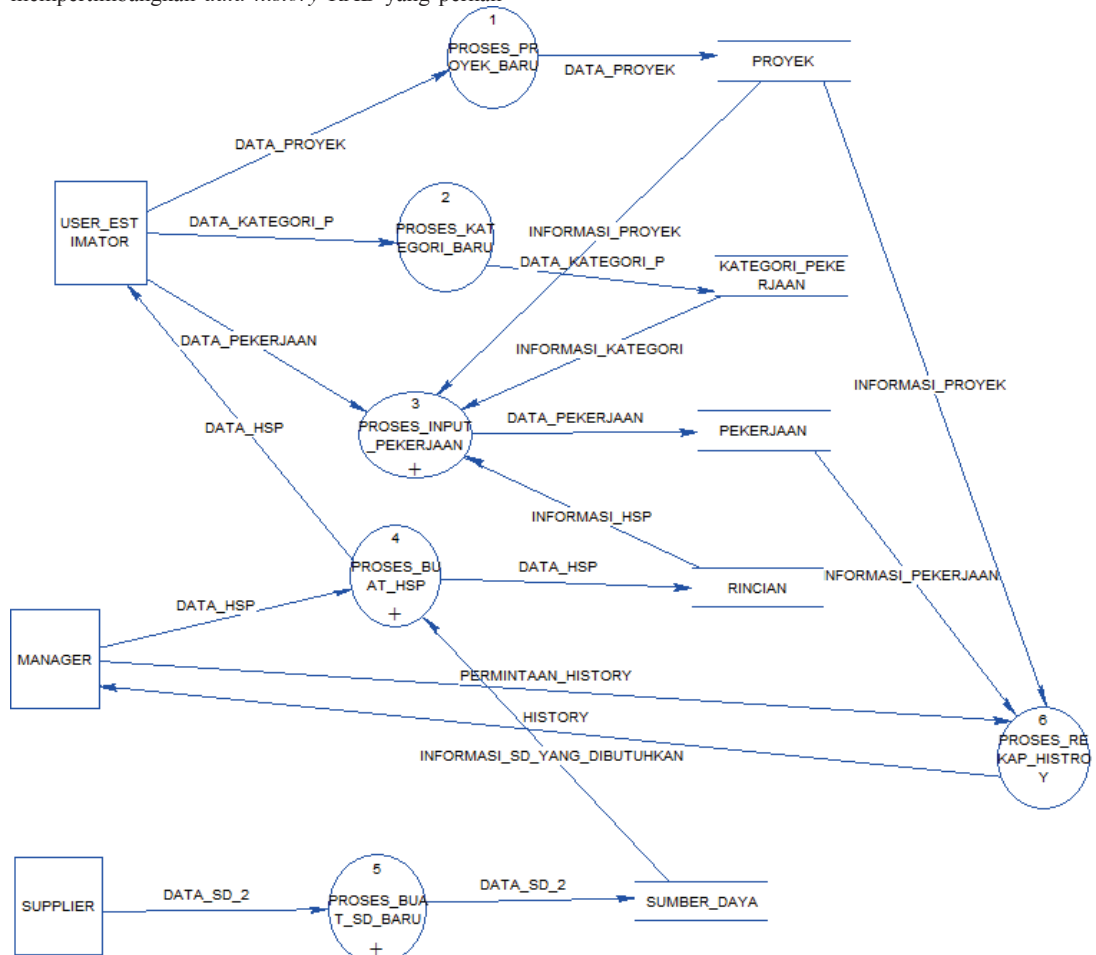
Data history rencana anggaran biaya (RAB) dan realisasi pekerjaan beserta biaya proyek [13]. Pengembangan MACES-CP dilakukan melalui 5 tahap penelitian yang berkelanjutan (gambar 1).



Gambar 1. Roadmap Penelitian MACES-CP

Pada penelitian sebelumnya (tahap I) telah dikembangkan CES-CP. CES-CP merupakan sebuah sistem berbasis web yang digunakan untuk menghitung biaya sebuah proyek dengan mempertimbangkan *data history* RAB yang pernah

dibuat sebelumnya [13]. CES-CP merupakan dasar dari MACES-CP. Proses-proses dan jenis informasi yang tersedia pada CES-CP dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Data Flow Diagram CES-CP [13]

Pada makalah ini (tahap II) dikembangkan sebuah sistem yang akan digunakan untuk mencatat realisasi pekerjaan beserta biayanya. Catatan realisasi pekerjaan sekaligus dapat digunakan untuk proses monitoring proyek.

Pada penelitian selanjutnya (tahap III), akan dikembangkan sebuah sistem yang digunakan untuk memperkirakan biaya sebuah proyek dengan *hybrid system* berbasis pengkombinasian metode *C-Means clustering, neural network and analogy* [14]. Data RAB dan realisasi pekerjaan beserta biaya diperoleh dari dua aplikasi yang telah dikembangkan sebelumnya. Sistem ini diharapkan menghasilkan tingkat akurasi estimasi yang meningkat dibandingkan CES-CP.

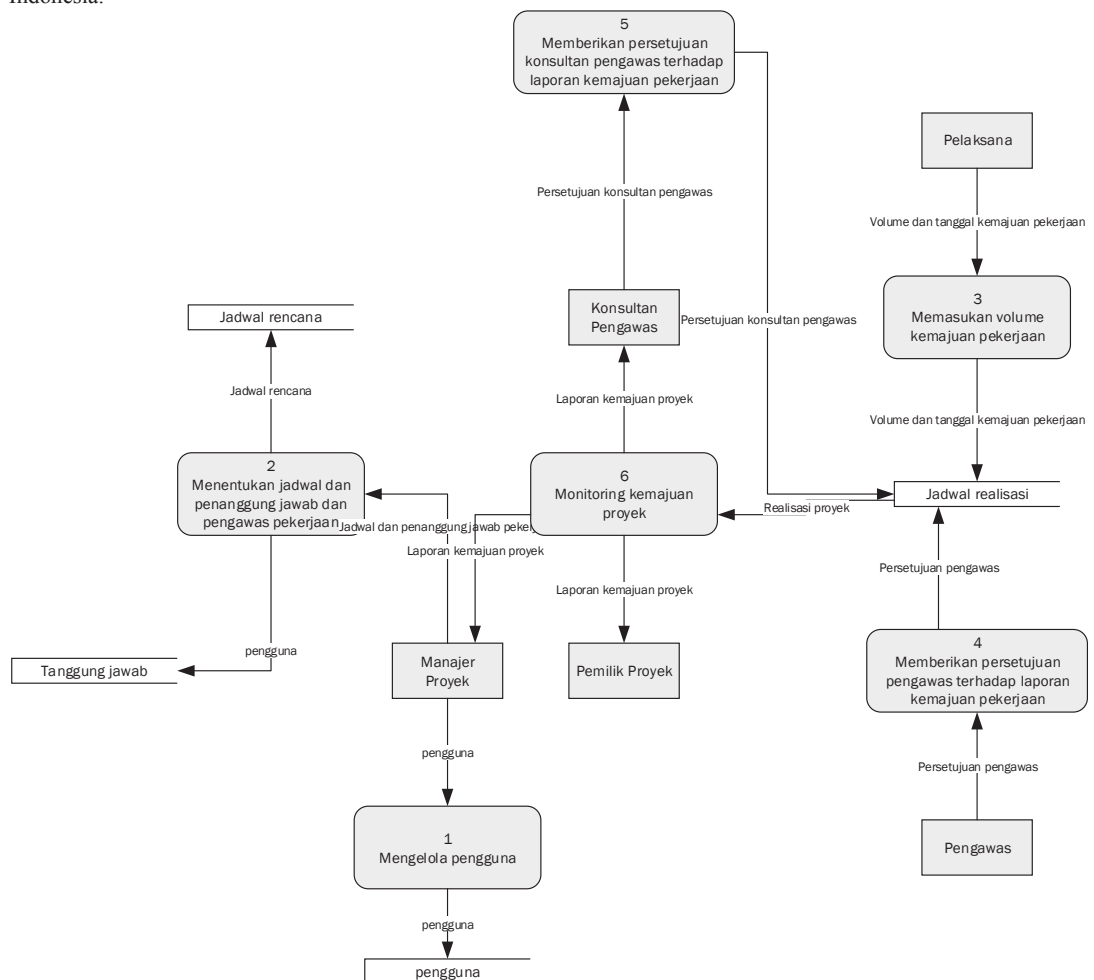
Penelitian tahap IV merupakan penilitan komparasi yang membandingkan hasil penerapan dari metode-metode estimasi yang ada pada perhitungan estimasi biaya proyek konstruksi di Indonesia.

Penelitian tahap V akan dikembangkan sebuah metode estimasi biaya paling akurat untuk estimasi biaya proyek konstruksi di Indonesia. Metode estimasi yang dikembangkan akan diterapkan pada MACES-CP.

5. Analisa Sistem

5.1 Pemodelan Proses

Pemodelan proses adalah cara formal untuk menggambarkan bagaimana bisnis beroperasi. Mengilustrasikan aktivitas-aktivitas yang dilakukan dan bagaimana data berpindah diantara aktivitas-aktivitas itu. Pemodelan proses untuk sistem baru akan digambarkan dengan DFD (*Data Flow Diagram*) seperti yang digambarkan dalam gambar 3.



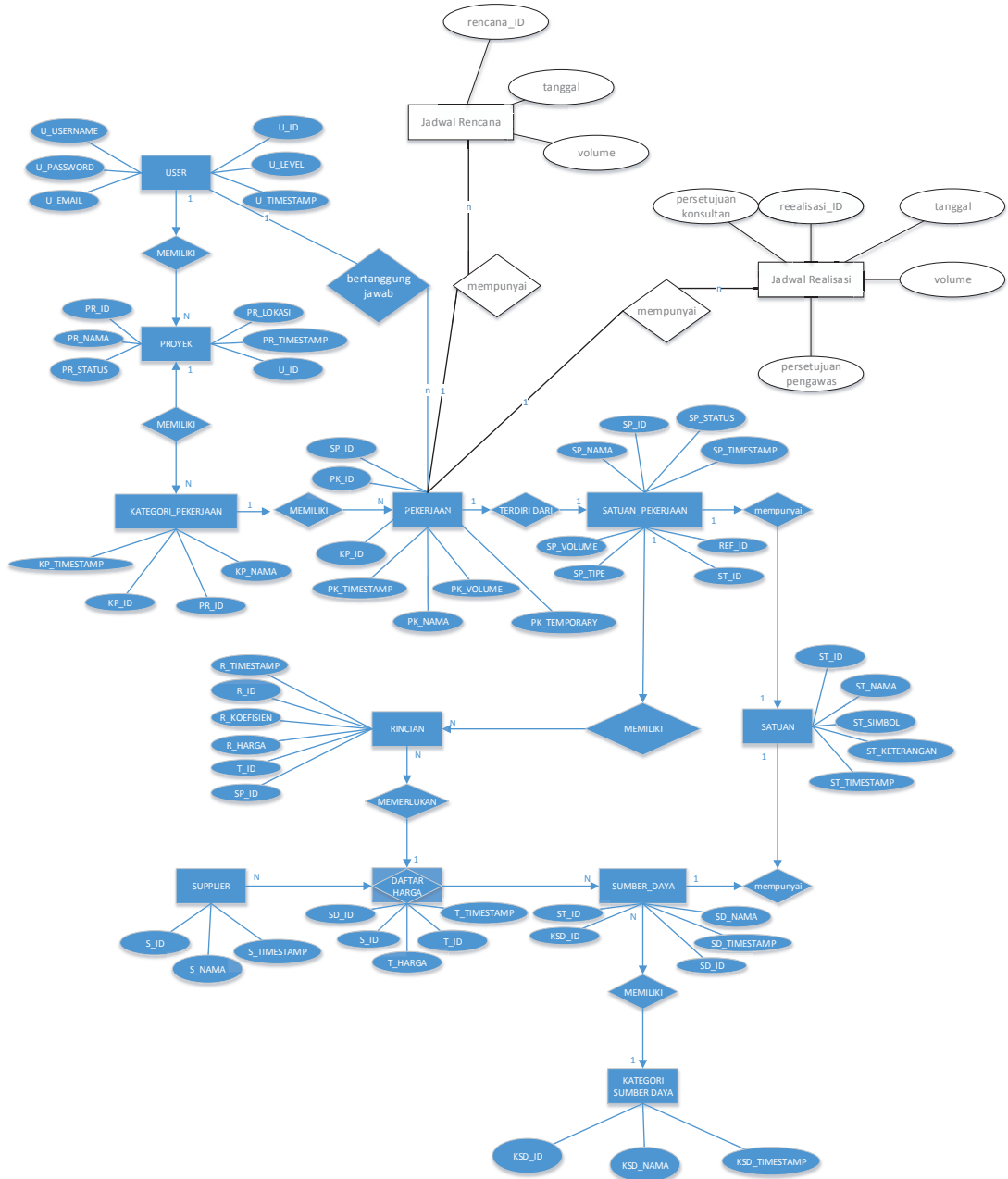
Gambar 3 . Data Flow Diagram

5.2 Pemodelan Data

Pemodelan data adalah cara formal untuk menggambarkan data yang digunakan dan diciptakan dalam suatu sistem bisnis. Model ini dapat menunjukkan tempat, orang atau benda dimana data diambil dan hubungan antar data tersebut. Pada

penelitian ini pemodelan data digambarkan menggunakan ERD (*Entity Relationship Diagram*).

Gambar 4 merupakan skema konseptual dari sistem monitoring biaya proyek konstruksi. Skema ini dikembangkan dari skema CES-CP yang telah ada. Pengembangan skema berupa penambahan dua entitas yaitu entitas jadwal rencana dan entitas jadwal realisasi.



Gambar 4. Entity Relationship Diagram

6. Penggunaan Sistem

6.1 Manajer Proyek

Pada sistem ini, manajer proyek memiliki otoritas untuk mengelola pengguna sistem, mengelola jadwal proyek, mengelola anggota proyek dan memonitor performa proyek.

Mengelola pengguna sistem digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus dan melihat pengguna yang akan menggunakan sistem. Hanya pengguna yang telah didaftarkan yang dapat menggunakan sistem.

Mengelola jadwal proyek digunakan untuk menentukan tanggal mulai dan tanggal selesai sebuah pekerjaan yang telah ditetapkan pada sistem CES-CP. Pada saat menentukan jadwal pekerjaan, pada form yang sama, ditentukan juga penanggung jawab, pengawas lapangan dan konsultan pengawas.

Manajer proyek dapat memonitor kemajuan pekerjaan dari hasil laporan pelaksana pekerjaan yang telah disetujui pengawas lapangan, manajer

6.2 Pelaksana Pekerjaan

Pelaksana pekerjaan memiliki otoritas untuk melaporkan kemajuan pekerjaan yang telah ditugaskan kepadanya berupa volume pekerjaan yang telah dikerjakan beserta biaya yang telah dikeluarkan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.

Pelaporan kemajuan pekerjaan dapat dilakukan pada aplikasi web atau pun via sms.

6.3 Pengawas Lapangan

Pada sistem ini, pengawas lapangan bertugas untuk memberikan pengesahan terhadap laporan kemajuan pekerjaan yang telah dilaporan oleh pelaksana pekerjaan.

6.4 Konsultan Pengawas

Pada sistem ini, konsultan pengawas memberikan pengesahan terhadap laporan kemajuan yang telah dilaporkan oleh pelaksana pekerjaan dan telah disahkan oleh pengawas lapangan.

7. Kesimpulan

Sistem yang telah dikembangkan memungkinkan pelaporan kemajuan pekerjaan pada sebuah proyek dilaporkan langsung oleh pelaksana pekerjaan. Sistem ini juga dapat membantu pengawas, baik pengawas internal maupun konsultan pengawas, mengawasi kemajuan pekerjaan secara langsung dan dapat memberikan validasinya. Untuk memonitoring performa proyek digunakan teknik *Earned Value Management* (EVM). Penggunaan sistem ini dapat membantu

manajer proyek memonitor performa proyek secara keseluruhan lebih cepat dan dapat segera mengambil tindakan perbaikan.

Daftar Pustaka:

- [1] BPS, "Berita Resmi Statistik," *Berita Resmi Statistik Tahun 2013*, 5 2 2014.
- [2] H. N. Ahuja, S. M. AbouRizk dan D. S.P., *Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*, New York: John Wiley and Sons, 1994.
- [3] B. W. Soemardi, M. Abduh, R. D. Wirahadikusumah dan N. Pujoartanto, "Konsep Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi," Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2007.
- [4] R. Navon, "Automated project performance control of construction projects," *Automation in Construction*, p. 467–476, 2005.
- [5] U. Narang, Firdaus dan A. Rifai, "Cost Estimation System for Construction Project (CES-CP)," dalam *1st International Conference on Computer Science and Engineering*, Palembang, 2014.
- [6] S. O. Cheung, H. C. Suen dan K. K. Cheung, "PPMS: a Web-based construction Project Performance Monitoring System," *Automation In Construction*, vol. 13, no. 3, p. 361–376, 2004.
- [7] R. Aliverdi, L. M. Naeni dan a. Salehipour, "Monitoring Project Duration and Cost in a Construction Project by Applying Statistical Quality Control Charts," *International Journal of Project Management*, pp. 411-423, 2013.
- [8] I. Soeharto, *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Jakarta: Erlangga, 1995.
- [9] I. M. M. Sulistianingrum, "Pemodelan Biaya Langsung Proyek Perusahaan Jasa Konstruksi PT. X Dengan Multivariate Regression," p. 1, 2013.
- [10] L. M. N. A. S. Reza Aliverdi, "Monitoring Project Duration and Cost in a construction project by applying statistical quality control charts," 2012.
- [11] A. L.-P. Javier Parajes, "An Extension of the EVM analysis for project monitoring : The Cost Control Index and the Schedule Control Index," 2010.
- [12] PMI, *Practice Standard of Earned Value Management*, USA: Project Management Institute, 2005.

- [13] U. Narang dan Firdaus, "Cost Estimation Application for Construction Project," dalam *unpublished*, Indralaya, 2014.
- [14] V. Khatibi B., D. N. Jawawi, S. Z. Mohd Hashim dan E. Khatibi, "A New Fuzzy Clustering Based Method to Increase the Accuracy of Software Development Effort Estimation," *World Applied Sciences Journal*, pp. 1265-1275, 2011.