

KOLABORASI DOSEN DAN MAHASISWA DALAM PENGEMBANGAN APLIKASI DIGITAL

Wandah Wibawanto¹⁾, Rahina Nugrahani²⁾, Abdul Halim Husain³⁾

¹⁾Universitas Negeri Semarang
wandah@mail.unnes.ac.id

²⁾Universitas Negeri Semarang
rahina_dkv@mail.unnes.ac.id

³⁾Aswara Malaysia
abdulhalim@aswara.edu.my

ABSTRAK

Hubungan antara dosen pembimbing dan mahasiswa dalam sebuah proses bimbingan proyek studi program studi Desain Komunikasi Visual memiliki tingkatan yang beragam dan melibatkan berbagai variabel. Kolaborasi yang tepat dalam proses bimbingan proyek studi akan menghasilkan karya yang berkualitas dinilai dari sudut pandang akademis maupun sudut pandang komersial. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan format kolaborasi antara dosen dan mahasiswa dalam pengembangan aplikasi digital serta variabel-variabel yang dapat diukur untuk menentukan bentuk kolaborasi yang paling optimal. Penelitian menggunakan pendekatan *mix method* dengan melibatkan 20 subjek mahasiswa Desain Komunikasi Visual yang mengerjakan proyek studi berupa pengembangan aplikasi digital, termasuk di dalamnya multimedia interaktif, video permainan (gim), website, dan media pembelajaran digital. Pengembangan aplikasi digital yang dilakukan, secara umum melalui 4 tahapan utama yaitu: 1) *design treatment*; 2) *visual development*; 3) *programming phase*; dan 4) *publishing phase*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel yang terlibat di dalam proyek kolaborasi dosen dan mahasiswa adalah variabel intensitas bimbingan, keterlibatan kedua belah pihak dalam mengelaborasi ide, kapasitas pengembang, kompleksitas produk, fasilitas pengembang dan teknologi yang digunakan. Prosentase kolaborasi antara dosen dan mahasiswa menjadi variabel utama yang menentukan kualitas produk aplikasi digital yang dihasilkan.

Kata Kunci: kolaborasi, aplikasi digital, proyek studi

ABSTRACT

The relationship between supervisors and students in a project guidance process for the Visual Communication Design study program has various levels and involves various variables. Appropriate collaboration in the study project guidance process will produce quality works assessed from an academic point of view as well as a commercial point of view. This study aims to find the collaboration format between lecturers and students in the development of digital applications as well as variables that can be measured to determine the most optimal form of collaboration. The study used a mix method approach involving 20 subjects of Visual Communication Design students who worked on a study project in the form of developing digital applications, including interactive multimedia, video games (games), websites, and digital learning media. Digital application development is generally carried out through 4 main stages, namely: 1) design treatment; 2) visual development; 3) programming phases; and 4) publishing phase. The results of this study indicate that the variables involved in the collaborative project of lecturers and students are the intensity of guidance, involvement of both parties in elaborating ideas, developer capacity, product complexity, developer facilities and technology used. The percentage of collaboration between lecturers and students is the main variable that determines the quality of the resulting digital application products.

Keywords: collaboration, digital application, study project

PENDAHULUAN

Dalam arti luas, kata desain (dari bahasa latin *designare*: yang berarti merancang) mengandung pengertian serangkaian kegiatan terstruktur dan terkoordinasi yang bertujuan untuk menciptakan produk baru melalui penggunaan proses dan metode yang sesuai. Sebuah proses desain memiliki

kompleksitas yang beragam, melibatkan multi disiplin ilmu dan sering kali dilakukan dalam format kolaborasi. Dalam konteks desain umum ini, Kock (2009) mendefinisikan proses desain kolaboratif sebagai "tugas desain yang dilakukan dalam kelompok pekerja yang tersebar dengan tujuan kolaborasi bersama". Karena kompleksitasnya, proses desain perlu dibagi dalam tugas-tugas yang dilakukan oleh tim desain yang berbeda (Singh dkk, 2011). Beberapa temuan penelitian menyatakan bahwa konsep kolaboratif dalam desain dapat berfungsi sebagai alat yang sangat efektif dan telah digunakan oleh berbagai instansi desain dalam beberapa tahun terakhir (Kleinsmann, 2006), terlepas dari beberapa tantangan yang ada. Dalam sebuah proses desain, dianggap tidak ada satu pun anggota yang memiliki semua pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk proyek atau informasi tentang permasalahan yang dihadapi, sehingga membutuhkan berbagai sumber daya manusia untuk berbagi pengetahuan (Bucciarelli, 2003). Pikas dkk. (2015) menggambarkan bahwa semua disiplin ilmu desain memiliki keterkaitan karena memiliki tujuan yang sama dalam arti sebuah artefak (*common denominator*), sehingga menimbulkan saling ketergantungan.

Dalam ranah akademik, khususnya program studi Desain Komunikasi Visual di jenjang Diploma 3 maupun Strata 1-2, beberapa kampus di Indonesia mengadaptasi sistem Proyek Studi sebagai tahapan terakhir untuk menentukan kelulusan mahasiswa (Damayanti, 2006). Melalui proyek studi, mahasiswa dituntut untuk membuat sebuah proyek desain tertentu yang diambil dari permasalahan riil sebagai landasan penciptaan desain. Beberapa tema umum yang diambil oleh mahasiswa DKV antara lain perancangan identitas visual, branding, perancangan media promosi, animasi dan perancangan aplikasi digital (multimedia interaktif, video interaktif, atau permainan digital/gim).

Secara garis besar pelaksanaan proyek studi DKV dimulai dari permasalahan yang ditemukan oleh mahasiswa, atau yang disusun berdasarkan konsultasi dengan 'klien' dan atau dosen pembimbing. Beberapa proses atau tahapan desain yang akan dilakukan disusun sedemikian rupa untuk memperoleh gambaran akhir proyek studi. Rumusan masalah dalam proyek studi secara ideal akan diikuti dengan pencarian solusi yang ditandai dengan pertukaran informasi dan ide secara besar-besaran. Biasanya menggunakan pemikiran divergen dan metode kreatif seperti *brainstorming*, *mind mapping* atau pemikiran analogis (Croos, 2000). Tahapan tersebut akan menghasilkan ide akhir dan proposal desain yang akan dievaluasi dengan menentukan kriteria yang tepat yang diberi bobot tertentu dan pada akhirnya diputuskan apakah ide tersebut disetujui atau ditolak. Setelah tahapan penerimaan ide, pada umumnya proyek desain akan dilepas dan dikerjakan oleh mahasiswa dengan beberapa kali proses bimbingan sampai proyek studi tersebut selesai.

Permasalahan yang sering kali muncul, setidaknya mengacu pada pelaksanaan proyek studi pada program studi DKV Universitas Negeri Semarang, mahasiswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan proyek studi. Kompleksitas desain, menjadi penyebab dominan dalam kasus tersebut. Mahasiswa yang dituntut untuk menerapkan beberapa disiplin keilmuan yang terkait dengan permasalahan yang dihadapi, hal ini berakibat pada desain akhir yang dihasilkan. Sebagai contoh, mahasiswa yang mengambil proyek studi berupa pengembangan aplikasi digital menuntut mereka untuk melakukan proses desain maupun proses pemrograman aplikasi, sehingga sering kali ditemukan hasil yang kurang optimal atau waktu pengerjaan yang terlalu lama.

Penelitian ini secara khusus berfokus pada proyek studi yang mengambil tema pengembangan aplikasi digital. *Trend* mahasiswa pada 5 tahun terakhir adalah mengembangkan aplikasi berbasis perangkat mobile seperti Android atau Apple (Sitedi, 2022). Karya yang dibuat pada umumnya adalah aplikasi multimedia interaktif, video atau cerita interaktif dan permainan interaktif atau gim. Pengembangan aplikasi digital cenderung kompleks dan melibatkan multidisiplin ilmu. Proses pengembangan menuntut kemampuan di bidang desain (khususnya untuk membangun user *interface* dan aset visual lainnya), dan di bidang pemrograman untuk mengembangkan interaktivitas (Wibawanto, 2020).

Tujuan artikel ini adalah untuk memahami lanskap akademis tentang kolaborasi dalam desain, karakteristiknya, serta variabel yang berpengaruh terhadap proses kolaborasi. Artikel ini disusun sebagai berikut: bagian pertama membahas definisi kolaborasi dalam desain bersama dengan fakta pendukung; dilanjutkan dengan metode yang digunakan dalam merumuskan kerangka kerja untuk menganalisis pengembangan media digital secara kolaboratif; dan pada bagian terakhir ditampilkan contoh praktik kolaborasi dalam proyek studi pengembangan media digital serta variabel yang terlibat di dalamnya.

Konsep Kolaborasi

Keberhasilan sebuah proses belajar ditentukan oleh beberapa aspek yaitu yang berasal dari diri si pembelajar, dari pengajar atau fasilitator, serta lingkungan fisik, sosial, ekonomi, dan yang berasal dari kelembagaan. Proses desain dalam sebuah proyek studi yang dilakukan oleh mahasiswa terikat dengan aspek tersebut, dan keberhasilannya terletak pada format kolaborasi yang dibentuk antara mahasiswa (pembelajar), dosen pembimbing (pengajar/fasilitator), serta sarpras pendukung yang digunakan. Smith dkk (1994) mendefinisikan kolaborasi sebagai suatu kegiatan dimana individu, kelompok dan organisasi berkumpul, berinteraksi dan membentuk hubungan untuk keuntungan dan keuntungan bersama. Menurut Mattessich dan Monsey (1992) dalam kolaborasi, interaksi dan berbagi informasi terjadi saat dibutuhkan; wewenang dan sumber daya berada di dalam organisasi individu; dan kontrol terpusat. Dalam proyek studi yang dikerjakan oleh mahasiswa terdapat tujuan bersama, mahasiswa dan dosen bertujuan untuk menghasilkan portofolio desain yang baik berdasarkan kajian akademis, sementara lembaga (dalam hal ini adalah kampus) bertujuan untuk menghasilkan lulusan yang tepat waktu, berkualitas serta memiliki serapan kerja yang baik.

Konsep kolaboratif dalam penyelesaian proyek studi, khususnya pengembangan aplikasi digital menjadi relevan ketika dihadapkan sebuah perubahan paradigma yang menuntut kampus sebagai lembaga penyelenggara pendidikan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan khusus untuk pengembangan desain yang disesuaikan dengan tuntutan industri/pasar (Kleinsmann, 2006) . Kebutuhan untuk memperluas fungsionalitas produk desain yang dihasilkan, akan menggeser proses desain dari aktivitas individu ke aktivitas tim dalam lingkungan yang multidisiplin (Valkenburg, 2000; Hoegl dkk. 2004). Kolaborasi juga memiliki "keuntungan pemrosesan", yaitu "kemampuan untuk mencapai sesuatu dalam kelompok yang tidak dapat dicapai oleh seorang individu" (Bahrami dan Dagli, 1993). Kleinsmann (2006) merangkum desain kolaboratif sebagai proses di mana aktor yang berbeda berbagi pengetahuan dan keterampilan mereka untuk menciptakan pemahaman bersama untuk mencapai tujuan bersama yang lebih besar: produk baru yang akan dirancang.

Pengembangan Aplikasi Digital

Aplikasi digital sebagai tema proyek studi mahasiswa DKV pada umumnya dikembangkan dengan metode *waterfall* yang meliputi : 1) *design treatment*; 2) *visual development*; 3) *programming phase*; dan 4) *publishing phase* (Wibawanto, 2017). Keilmuan Desain Komunikasi Visual akan sangat berpengaruh pada tahapan pertama dan kedua. Pada tahapan pertama dirancang sebuah konsep aplikasi dengan berbagai rencana interaksi yang akan ditambahkan. Pada tahapan pertama juga dirancang sebuah layout awal (*rough layout*) aplikasi sebagai panduan dalam menentukan tampilan visual di tahap dua. Pada tahapan *visual development* beberapa aspek desain menjadi landasan pokok penciptaan aset visual aplikasi. Pemanfaatan ke-DKV-an seperti aspek tipografi, piktografi, gambar ilustrasi, komputer grafis, tata letak dan perwajahan serta desain antar muka wajib diimplementasikan dengan baik. Pada 2 tahapan terakhir, yaitu tahap *programming* dan *publishing* diperlukan keilmuan lain, yaitu ilmu pemrograman komputer. Meskipun trend visual *programming* pada 5 tahun terakhir lebih mempermudah proses pemrograman aplikasi, namun demikian tetap diperlukan pemahaman khusus terhadap logika pemrograman yang membutuhkan waktu khusus dalam mempelajarinya (Myers, 1986).



Gambar 1. Proses pengembangan aplikasi dari layout awal (kiri) sampai desain final (kanan) sumber: penulis, 2022

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed methods*. Penelitian ini menggunakan strategi eksplanatoris sekuensial (Creswell, 2010). Data dikumpulkan terlebih dahulu menggunakan variabel kuantitatif yang meliputi jumlah bimbingan, lama bimbingan dan nilai akhir proyek studi. Data kuantitatif diperoleh melalui sistem informasi penyelesaian proyek studi mahasiswa yang tersedia secara *online* (sitedi.unnes.ac.id). Sedangkan data kualitatif didapatkan melalui pengamatan (observasi) terhadap proses bimbingan, kolaborasi yang dilakukan, dan analisis hasil aplikasi digital yang dihasilkan dengan pengambilan sampel dengan teknik *purposive* (Sukamdinata, 2007).

Subjek penelitian adalah 20 mahasiswa Desain Komunikasi Visual Universitas Negeri Semarang yang telah melaksanakan proyek studi dengan fokus pengembangan aplikasi digital pada kurun waktu 2017-2022. Karya proyek studi yang dihasilkan yaitu: 10 aplikasi multimedia interaktif (PC), 4 aplikasi *mobile*/Android, 3 cerita interaktif, 3 permainan digital (gim). Dari 20 sampel tersebut, 12 aplikasi menggunakan teknik kolaborasi yang melibatkan mahasiswa, dosen pembimbing dan *stake holder* (klien). Tahap analisis data akan menentukan perbandingan data serta format kolaborasi yang efektif dalam pengembangan aplikasi digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Format Kolaborasi dalam Pengembangan Aplikasi Digital

Kolaborasi dalam pengembangan Aplikasi Digital dapat berbentuk berbagai format tergantung porsi masing-masing elemen yang terlibat. Pengembangan aplikasi digital proyek studi DKV UNNES dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Proyek studi pengembangan aplikasi digital DKV UNNES

No	Jenis Aplikasi	Jumlah Proyek studi	Proses Bimbingan		Intensitas Kolaborasi			Interaktivitas Aplikasi
			Jumlah bimbingan	Lama (bulan)	Mahasiswa	Dosen	Stakeholder (klien)	
1	Multimedia Interaktif (PC)	4	14	8	tinggi	rendah	-	sedang
2	Multimedia Interaktif (PC)	6	12	5	tinggi	tinggi	sedang	tinggi
3	Android Apps	1	15	10	tinggi	rendah	-	sedang

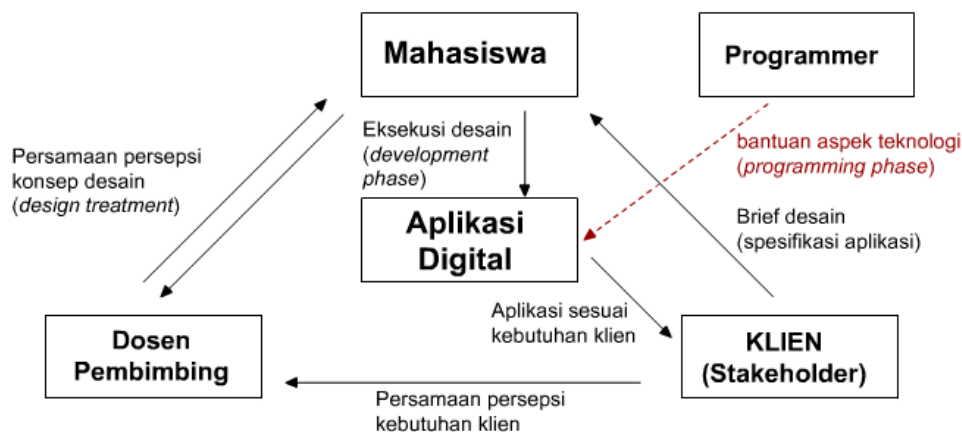
4	Android Apps	2	12	6	tinggi	tinggi	tinggi	tinggi
5	Cerita interaktif	3	12	7	tinggi	rendah	sedang	rendah
6	Gim	3	13	6	tinggi	tinggi	-	tinggi

Sumber : Sistem Informasi Proyek studi (Sitedi, 2022)

Berdasarkan observasi dalam proses pengembangan aplikasi terlihat bahwa masing-masing individu (disebut aktor) yang terlibat secara kolaboratif memiliki latar belakang dan sudut pandang yang berbeda pada desain yang mereka buat, maka mereka perlu mengintegrasikan pengetahuan khusus mereka untuk menemukan titik awal dalam mencapai tujuan desain. Fakta di lapangan, untuk melakukan kerja tim yang efektif antar aktor, setiap aktor harus memiliki model komunikasi satu sama lain yang berkembang dengan baik. Data di lapangan pada subjek kategori 1,3 dan 5, menunjukkan bahwa masing-masing aktor terikat pada pengetahuan yang dimiliki, kurangnya komunikasi dan pada akhirnya menghambat proses pengembangan aplikasi (Gibson, 2001). Pada poin ini, dosen biasanya mengambil kendali penuh dengan mendominasi proses *treatment* desain (perencanaan), namun memiliki intensitas yang rendah dalam tahapan pengembangan. Sementara pada subjek kategori 2, 4 dan 6 interaksi antar aktor tinggi untuk mewujudkan aplikasi yang lebih kompleks.

Komunikasi menjadi faktor penting yang memungkinkan berbagi pengetahuan antara aktor dan mendasari seluruh proses desain kolaboratif. Komunikasi dalam desain kolaboratif tersebut muncul dalam berbagai bentuk. Chiu (2002) membedakan antara komunikasi asinkron dan sinkron: yang pertama ditandai dengan penggunaan media sketsa, teks, tabel, gambar dan rancangan aplikasi, sedangkan komunikasi sinkron menggunakan penjelasan dan presentasi verbal. Berdasarkan data, interaksi tatap muka antara aktor adalah bentuk komunikasi yang paling efektif karena elemen fisik yang tergabung di dalamnya. Elemen kunci lain dalam desain kolaboratif adalah penciptaan pemahaman bersama yang didefinisikan sebagai "kesamaan dalam persepsi individu aktor tentang bagaimana konten desain dikonseptualisasikan (konten) menjadi format aplikasi digital".

Kolaborasi dan interaksi yang tinggi antar aktor, menjadikan masa bimbingan dan jumlah bimbingan semakin singkat. Hal ini menjadikan waktu pelaksanaan proyek studi menjadi optimal (lebih pendek), dan proses pengembangan aplikasi dapat dilanjutkan pada tahapan publikasi atau komersialisasi. Berdasarkan pengamatan subjek penelitian tersebut, format yang optimal dalam kolaborasi pengembangan aplikasi digital adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Format kolaborasi pengembangan aplikasi digital sumber: penulis, 2022

Mediasi dalam Pengembangan Aplikasi Digital

Kolaborasi dalam pengembangan aplikasi digital sering kali menemui kendala. Vannella (2007) menjabarkan setidaknya 4 kendala yang muncul dalam kolaborasi desain, yaitu: dimensi spasial, dimensi temporal, dimensi konseptual dan dimensi teknologi. Salah satu kendala yang dominan dalam pengembangan aplikasi adalah dimensi teknologi yang pada umumnya terkait dengan kegagalan

teknologi, ketidaktahuan atau ketidaknyamanan dengan alat teknologi, tidak tersedianya sumber daya yang memahami teknologi. Pengembangan aplikasi seringkali melibatkan perangkat lunak yang tidak diajarkan di dalam kurikulum DKV. Tabel 2 menunjukkan pemanfaatan perangkat lunak dan keterkaitannya dengan kurikulum.

Tabel 2. Pemanfaatan perangkat lunak dalam pengembangan aplikasi digital DKV UNNES

No	Jenis Aplikasi	Perangkat Lunak	Masuk ke dalam kurikulum DKV	
			Ya	Tidak
1	Multimedia interaktif	Adobe Animate	☐	
		Unity 3D		☐
		Articulate Storyline		☐
2	Aplikasi Android	Adobe Animate	☐	
		Android Studio		☐
3	Cerita Interaktif	Adobe Animate	☐	
4	Permainan Digital (gim)	Adobe Animate	☐	
		Unity 3D		☐
		HTML 5		☐

Sumber : Kurikulum DKV UNNES, 2022

Dalam pengembangan aplikasi yang memanfaatkan perangkat lunak yang tidak diajarkan dalam kurikulum, mahasiswa maupun dosen mengalami kendala teknis tertentu seperti kesulitan untuk menambahkan fitur-fitur interaktif. Demikian halnya dengan pemanfaatan aplikasi yang ada di dalam kurikulum, pada poin-poin tertentu ditemukan kesulitan. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan fitur mediasi (*3rd party*) yang menjembatani permasalahan yang ada (permasalahan pemrograman).

Secara aplikatif, pengembangan aplikasi pada kurikulum DKV UNNES diajarkan dengan perangkat lunak Adobe Animate. Pada pengembangan aplikasi tersebut digunakan bantuan sistem “*component library*” atau “*compiled clip*”, yaitu kumpulan kode yang telah terkompilasi untuk mempermudah membangun interaktivitas. *Component library* memiliki berbagai fitur interaktivitas seperti fungsi antar muka, sistem evaluasi kuis, sistem gerak dasar dan integrasi laboratorium virtual. *Component library* dapat diunduh secara terpisah melalui situs www.wandah.org dan dapat diintegrasikan dengan aplikasi yang akan dikembangkan. Sebagai komparasi, untuk membuat interaktivitas tombol sistem navigasi digunakan setidaknya 4 baris kode, sedangkan dengan *component library* dapat dilakukan dengan satu baris kode.

Tabel 3. Contoh komparasi penggunaan kode pada aplikasi Adobe Animate

No	Fungsi Kode	Kode Standar	Mediasi <i>component library</i>
1	Tombol Navigasi perpindahan halaman	<pre>Tombol.addEventListener (MouseEvent.CLICK, halamanHome); function halamanHome(e:MouseEvent) { gotoAndStop("home", 1); }</pre>	<pre>mpi.click("tombol", 1);</pre>
2	Mengaktifkan suara	<pre>var lagu = new BGM; var suaraAktif = true; var musik = new SoundChannel; if (suaraAktif){ musik = lagu.play(0, 1); }</pre>	<pre>mpi.suara("lagu");</pre>

```

3 Drag movieclip      Objek.addEventListener      mpi.drag("objek");
                      (MouseEvent.MOUSE_DOWN,
                      dragIt);

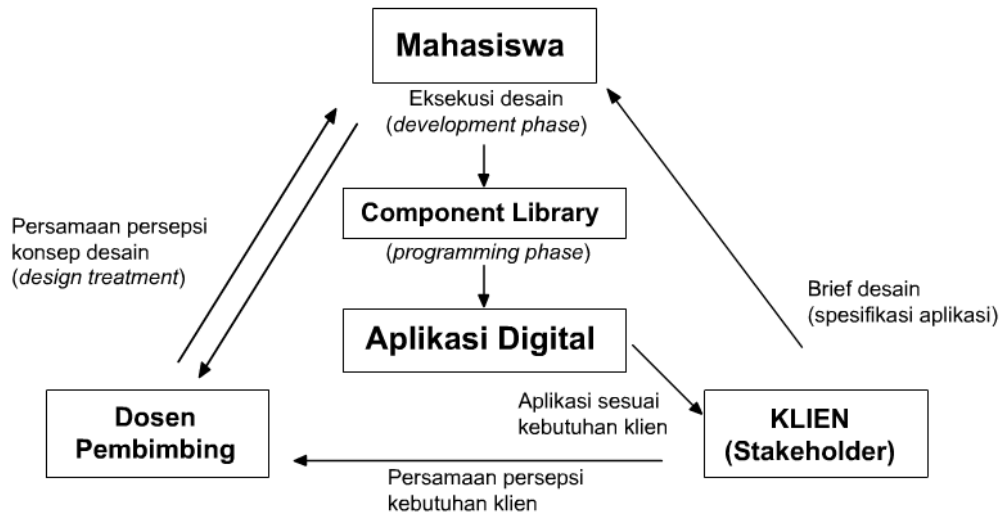
                      Objek.addEventListener
                      (MouseEvent.MOUSE_UP,
                      stopDragIt);

                      function
                      dragIt(e:MouseEvent) {
                        var ob =
                      e.currentTarget;
                        ob.startDrag();
                      }

                      function
                      stopDragIt(e:MouseEvent) {
                        var ob =
                      e.currentTarget;
                        ob.stopDrag();
                      }
    
```

Sumber : Penulis, 2022

Pemanfaatan “*component library*” tersebut membantu mahasiswa maupun dosen pembimbing dalam mengeksekusi bahasa pemrograman yang acapkali menjadi permasalahan utama dalam pengembangan aplikasi. Dengan adanya mediasi tersebut, maka format kolaborasi dosen dan mahasiswa dalam pengembangan aplikasi dapat dikonstruksi ulang menjadi sebagai berikut:



Gambar 3. Format kolaborasi pengembangan aplikasi digital dengan mediasi *component library* sumber: penulis, 2022

Pemanfaatan mediasi “*component library*” mampu meningkatkan kolaborasi dosen dan mahasiswa dalam menghasilkan beberapa aplikasi digital dengan interaktivitas yang kompleks dan waktu pengembangan yang lebih efektif. Berikut beberapa contoh aplikasi yang dikembangkan melalui kolaborasi mahasiswa, dosen dan mediasi “*component library*” :



Gambar 4 Aplikasi digital dengan mediasi *component library*
sumber: penulis, 2022

KESIMPULAN

Proses desain dalam sebuah proyek studi yang dilakukan oleh mahasiswa dapat dikatalis oleh kolaborasi antara dosen dan mahasiswa dalam pola komunikasi yang aktif. Proyek studi dengan topik pengembangan aplikasi digital perlu memperhatikan beberapa aspek seperti kapasitas masing-masing, ketersediaan fasilitas serta pengetahuan terhadap teknologi yang digunakan. Dalam mempermudah proses pengembangan aplikasi, kolaborasi antara dosen dan mahasiswa perlu didukung atau dimediasi dengan “*compiled clip*” atau “*component library*” untuk mengatasi kendala dalam dimensi teknologi.

Pola kolaborasi yang tepat dan dukungan media teknologi akan mengoptimalkan proses desain dalam pengembangan aplikasi yang pada akhirnya dapat menghasilkan produk yang optimal dari sisi grafis (tampilan visual) dan dari sisi interaktivitas (aspek teknis pemrograman).

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrami, A. dan Dagli, C. 1993. *Models of design processes*. In: Concurrent engineering: contemporary issues and modern design tools. Chapman and Hall.
- Bucciarelli, L. L. 2003. *Designing and learning: a disjunction in contexts*. Design Studies, 24(3), 295-311
- Chiu, M.L. 2002. *An organizational view of design communication in design collaboration*. Design Studies.
- Creswell, J. W. 2010. *Research design: pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed*. Yogyakarta: PT Pustaka Pelajar.
- Croos, N. 2000. *Engineering Design Methods, Strategies for Product Design*. John Wiley & sons, ltd .

- Damayanti, M.N. 2006. *Sebuah Tinjauan Terhadap Tugas Akhir pada Jurusan DKV Universitas Kristen Petra*. NIRMANA, VOL.8, NO. 1, JANUARI 2006: 29-35
- Gibson, C.B. 2001. *From knowledge accumulation to accommodation: cycles of collective cognition in work groups*. Journal of Organizational Behavior.
- Hoegl, M. dkk. 2004. *Interteam Coordination, Project Commitment and Teamwork in Multiteam R&D Projects: A Longitudinal Study*. Organization Science.
- Kleinsmann, M.S. 2006. *Understanding collaborative design*. JB&A grafische communicatie.
- Kock, Ned. 2009. *Virtual Team Leadership and Collaborative Engineering Advancements*. Contemporary Issues and Implications.
- Mattessich, P. W., dan Monsey, B. R. 1992. *Collaboration: what makes it work. A review of research literature on factors influencing successful collaboration*. ERIC.
- Myers, B.A. 1986. *Visual Programming, Programming by Example, and Program Visualization: A Taxonomy*. ACM SIGCHI Bulletin April 1986.
- Pikas, E., Koskela, L., Thalfeldt, M., Dave, B., and Kurnitski, J. 2015. *Complexity in Designing Energy Efficient Buildings: Towards Understanding Decision Networks in Design*. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, O. In: Seppänen, González, V.A. & Arroyo, P, ed.Perth, Australia, 213-222.
- Singh, V, Dong, A, Gero, J. S. 2011. *How Important is team structure to team performance?*, *International conference on engineering desing*. Technical University of Denmark.
- Sitedi. 2022. *Sistem Informasi Skripsi, Proyek Studi, Tesis dan Disertasi*. Online : Universitas Negeri Semarang.
- Smith, K. G. dkk . 1994. *Top management team demography and process: The role of social integration and communication*. Administrative science quarterly, 412-438
- Sukmadinata, N.S. 2007. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Rosdakarya.
- Valkenburg, R. 2000. *The Reflective Practice in product design teams*. Delft University of Technology.
- Vannella, F. 2017. *The collaborative design process*. Design Methods and Processes XIII
- Wibawanto, W. 2017. *Desain dan pemrograman multimedia pembelajaran interaktif*. Cerdas Ulet Kreatif Publisher.
- Wibawanto, W. 2020. *Laboratorium Virtual: Konsep dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Penerbit LPPM UNNES.