BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Sekolah Tinggi Farmasi Bandung

Tinjauan ini membahas mengenai peninjauan terhadap tempat penelitian yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Bandung.

2.1.1 Sejarah Sekolah Tinggi Farmasi Bandung

Sekolah Tinggi Farmasi Bandung (STFB) diselenggarakan oleh Yayasan Adhi Guna Kencana. Didirikan pada tanggal 4 Juni 1999 berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No.98/D/0/1999 serta Ketua Yayasan Adhi Guna Kencana No. 018/SK/YAGK/II /1999. STFB didirikan untuk menghasilkan Sarjana Farmasi, Ahli Madya Farmasi, dan Ahli Madya Kimia Industri yang berpengetahuan, berketerampilan, berdedikasi tinggi dalam pengelolaan perbekalan kefarmasian serta penatalaksanaan pelayanan kefarmasian guna menjawab tuntutan masyarakat [2].

STFB mempunyai izin, tiga program studi yaitu S1 Farmasi (1999), D3 Kimia Industri (1999), dan D3 Farmasi (2001). Kampus STFB pertama kali adalah di Jalan Sindang Sari No 100 Cibiru Bandung [2].

Pada awal berdirinya STFB bekerjasama dengan Universitas Padjadjaran berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Padjadjaran No. 4448 /J06/TU/1999 serta Surat Keputusan Ketua Yayasan No. 020/YAGK/STF-B/VII/1999. Kerjasama yang pernah dijalin adalah makloon praktikum beberapa mata kuliah ilmu dasar. Selanjutnya STFB mulai menyelenggarakan seluruh praktikum secara mandiri sejak tahun 2001.Dengan menempati Gedung Baru di Jalan Soekarno Hatta 754 Bandung hingga sekarang [2].

Dilakukan pula penyesuaian kurikulum yang mengacu pada Kurikulum Inti/Kurikulum Nasional yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, kemudian pada perkembangannya kurikulum inti tersebut telah disempurnakan oleh Asosiasi Perguruan Tinggi Farmasi Indonesia. Kurikulum inti terbaru telah

diimplementasikan di STFB, kurikulum inti tersebut menjadi acuan penilaian BAN PT pada saat melakukan akreditasi. Kurikulum institusional telah dilakukan tiga kali perubahan, yaitu pada tahun 1999, 2002 dan 2006. Kurikulum institusional sudah saatnya untuk ditinjau ulang, mengingat perkembangan dunia kefarmasian dan tuntutan stakeholder [2].

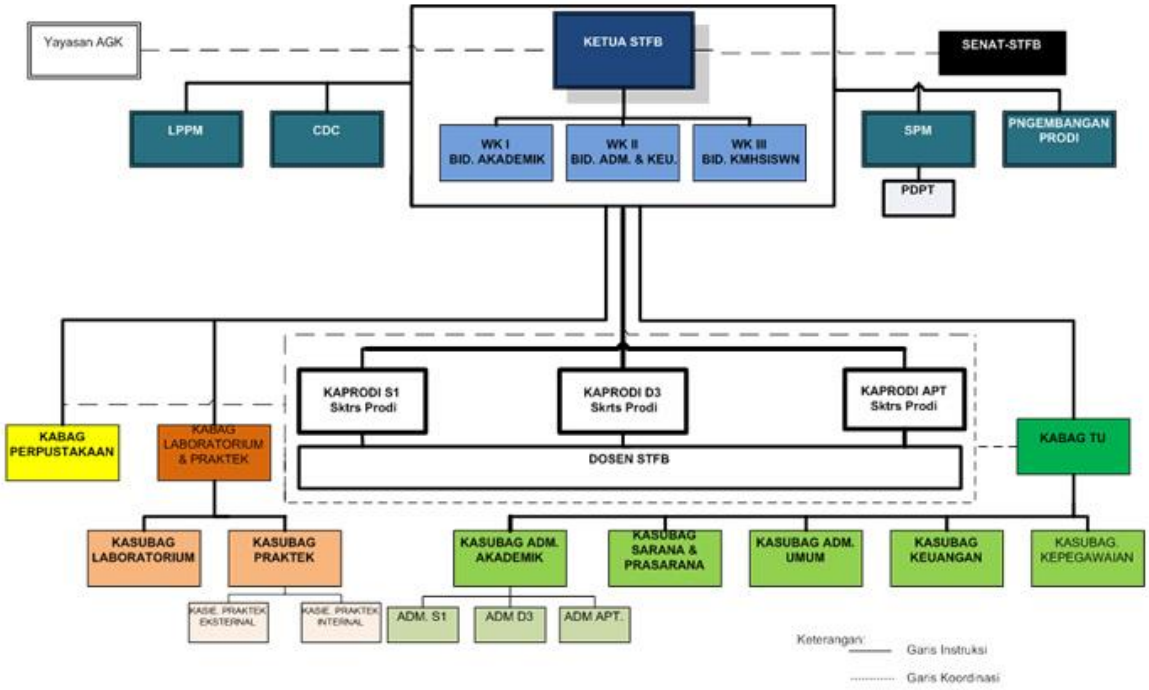
Pada tanggal 7 Agustus 2003, STFB resmi menjadi anggota muda Asosiasi Perguruan Tinggi Farmasi Indonesia (APTFI) yang ke-23 berdasarkan Surat Keputusan Rapat Anggota VI APTFI No. 068/APTFI/RA-VI/2003. Program studi S1 Farmasi telah mendapat akreditasi BAN PT dengan peringkat C pada tanggal 27 Oktober 2005 dengan SK No.020/BAN-PT/Ak-IX/S1/X/2005. Dua tahun kemudian dilakukan reakreditasi dan diperoleh peringkat B pada tanggal 18 Agustus tahun 2007 dengan dikeluarkannya SK Badan Akreditasi Nasional-Perguruan Tinggi (BAN-PT) Nomor: 018/BAN-PT/Ak-X/ S1/VIII/2007. Program studi D3 Farmasi terselenggara dengan Surat Ijin Penyelenggraan Nomor 2512/D/T/K-IV/2009 Dirjen Dikti Dan telah mendapat perpanjangan ijin nomor 14348D/T/K-IV/2013 dan menyandang status terakreditasi BAN-PT melalui SK BAN-PT No. 005/BAN-PT/Ak-X/Dpl-III/VI/2010. Pada Tahun 2014 Program Studi D3 mendapatkan akreditasi BAN-PT dengan peringkat B melalui SK Nomor: SK/BAN-PT/AKRED/Dpl-III/VI/2014. Dengan melihat perkembangan yang ada dan dengan pertimbangan beberapa kemajuan yang sudah dicapai, akreditasi B untuk Program Studi S1 serta dengan dukungan sistem manajemen STFB yang stabil, mulai semester Genap tahun akademik 2007/2008 telah dibuka program baru, yaitu Program Pendidikan Profesi Apoteker [2].

Program pendidikan ini diselenggarakan dengan dukungan kerja sama dari berbagai instansi termasuk Ikatan Apoteker Indonesia (IAI). Sesuai dengan ketentuan BAN-PT nama Program Pendidikan Profesi Apoteker berubah menjadi Program Studi Profesi Apoteker (PSPA) Sekolah Tinggi Farmasi Bandung. Melalui edaran Dirjen dikti No 160/E/AK/2013, Kini PSPA-STFB menyandang status terakreditasi C BAN-PT. Pada tahun 2015 Program Studi Profesi Apoteker mendapatkan peringkat B akreditasi BAN-PT dengan SK Nomor: 1081/SK/BAN-PT/AKRED/PSPA/XI/2015 [2].

Gambar 2. 1 Logo Sekolah Tinggi Farmasi Bandung [2]

2.1.2 Struktur Organisasi

Berikut adalah susunan sturktur organisasi yang ada di Sekolah Tinggi Farmasi Bandung (STFB).



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi [2]

Deskripsi pekerjaan dari setiap bagian struktur organisasi yaitu :

1. Ketua STFB (Sekolah Tinggi Farmasi Bandung)
   a. Berperan melaksanakan fungsi manajemen tertinggi universitas.
   b. Berperan memimpin evaluasi diri, validasi dan akreditasi program studi, penerapan mutu jaminan.
   c. Berperan menjalin hubungan antar lembaga.

2. Wk 1 Bid. Akademik
   a. Berperan membantu rektor dalam penyelenggaraan akreditasi, mutu jaminan, validasi, dan evaluasi diri.
   b. Berperan menjalankan tugas pendelegasian dari rektor.
   c. Berperan melaksanakan tugas rektor jika rektor berhalangan.

3. Wk 2 Bid Adm & Keuangan
   a. Berperan melakukan fungsi sumber daya manusia, manajer keuangan, dan sarana prasarana universitas.
   b. Berperan menjalankan fungsi sebagai hubungan juru bicara rektorat dan hubungan masyarakat.

4. Wk 3 Bid Kemahasiswaan
   a. Berperan unutk mengkoordinasikan kemahasiswaan.
   b. Berperan memimpin kegiatan promosi universitas.
   c. Berperan mempublikasikan kegiatan yang ada dilingkungan universitas.

5. Kaprodi S1
   a. Berperan menjalankan kebijakan akademik dan pengembangan kurikulum di tingkat jurusan S1.
   b. Berperan melaksanakan validasi dan akreditasi program studi, evaluasi diri, dan penerapan mutu jaminan di tingkat jurusan S1.
   c. Penanda tanganan dokumen akademik di tingkat program studi S1.

6. Kaprodi D3
    a. Berperan menjalankan kebijakan akademik dan pengembangan kurikulum di tingkat jurusan D3.
    b. Berperan melaksanakan validasi dan akreditasi program studi, evaluasi diri, dan penerapan mutu jaminan di tingkat jurusan D3.
    c. Penandatanganan dokumen akademik di tingkat program studi D3.

7. Karpodi APT (Apoteker)
    a. Berperan menjalankan kebijakan akademik dan pengembangan kurikulum di tingkat jurusan APT.
    b. Berperan melaksanakan validasi dan akreditasi program studi, evaluasi diri, dan penerapan mutu jaminan di tingkat jurusan APT.
    c. Penandatanganan dokumen akademik di tingkat program studi APT.

8. Kabag Perpustakaan
    a. Berperan menyusun rencana strategi untuk perpustakaan.
    b. Berperan menyusun program untuk pengembangan perpustakaan.
    c. Berperan melaksanakan monitoring dan evaluasi tugas layanan teknis, layanan pengguna, dan administrasi.

9. Kabag laboratorium dan praktek
    a. Berperan membuat jadwal praktek lab.
    b. Berperan membuat perencanaan kebutuhan sarana praktek lab.
    c. Berperan untuk menjaga kualitas pelayanan inventaris laboratorium terhadap mahasiswa.

10. Kabag TU
    a. Berperan melaksanakan koordinasi tugas – tugas sub bidang administrasi keuangan, administrasi kantor dan kepegawaian.
    b. Berperan melakukan evaluasi pelaksanaan tugas – tugas sub bidang keuangan, administrasi perkantoran, dan kepegawaiann
    c. Berperan melakukan evaluasi serta monitoring penggunaan keuangan.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori dari pembangunan aplikasi pembelajaran ini menguraikan teori – teori dasar untuk proses analisis aplikasi dan mendukung proses perancangan aplikasi pembelajaran ini.

2.2.1 Kimia

Menurut Yayan Sunarya, ilmu kimia adalah ilmu pengetahuan alam yang secara khusus mempelajari perubahan materi, baik perubahan secara kimia maupun perubahan secara fisika. Untuk memahami perubahan materinya, dapat dikaji berdasarkan perubahan energi yang menyertai perubahan materi tersebut. Dalam hal ini diperlukan teori yang disebut termodinamika kimia, dimana teori tersebut diturunkan dari hukum – hukum mekanik. Selain daripada itu, untuk memahami perubahan materinya dapat juga dipelajari dari prosesnya. Dalam hal ini diperlukan teori yang disebut kinetika kimia, dimana teori tersebut juga diturunkan dari hukum – hukum kinematika. Perubahan materi dapat dikaji juga dari sifat – sifat materinya sebelum dan sesudah mengalami perubahan. Untuk mengetahui dari sifat – sifat materinya diperlukan teori yang disebut spektroskopi, ilmu tersebut sangat berguna dalam mengkaji struktur dan komposisi materi [3].

2.2.1.1 Perkembangan Ilmu Kimia

Perkembagan kimia tidak lepas dari hasil dan cara-cara tradisional yang diperoleh dengan cara kebetulan atau *trial and error* oleh manusia dimasa lampau, perkembangannya sangat dipengaruhi oleh filsafat Yunani Kuno. Maka dari itu, perkembangan ilmu kimia mempunyai 2 aspek yang sangat penting, yaitu aspek teoritis dan empiris. Aspek teoritis merupakan upaya menerapkan hukum-hukum fisika dan teorema matematika untuk mengungkap sifat dan gejala alam. Sedangkan aspek empiris merupakan upaya untuk menemukan keteraturan data berdasarkan fakta yang terjadi di alam menggunakan metoda ilmiah. Dari kedua aspek tersebut dihasilkan konsep atau prinsip-prinsip yang melahirkan hukum-hukum kimia dan kemudian berkembang menjadi model atau teori [3].

Pada masa lampau, manusia sering mengkaitkan gejala-gejala alam dengan kekuatan *supernatural* dalam menjelaskan gejala alam tersebut, lebih dikenal

sebagai mitos. Hal ini disebabkan terbatasnya pengetahuan manusia saat itu. Berkembangnya peradaban manusia, filosofi yunani kuno berusaha menerangkan gejala alam menggunakan landasan logika, walaupun hanya berupa pemikiran logis yang tidak disertai keterampilan teknik. Hal tersebut dilakukan Aristoteles dan Plato yang menjelaskan bahwa materi di alam itu terdiri dari empat unsur yaitu api, air, tanah, dan udara. Gagasan tersebut berkembang lebih lanjut dengan mengkaitkan sifat-sifat materinya seperti panas, dingin, kering, dan lembab [3].

2.2.2 Kimia Organik

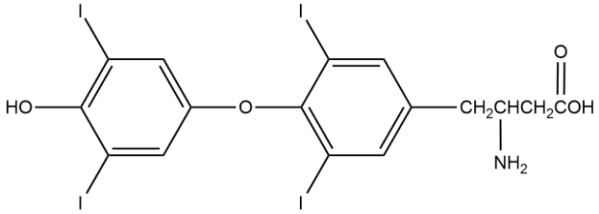
Sekitar tahun 1850 kimia organik didefinisikan sebagai kimia dari senyawa yang datang dari benda hidup sehingga timbul istilah organik [4].

2.2.3 Substitusi Nukleofilik 1 Dan 2

Dari substitusi nukleofilik 1 dan 2 ini didapat beberapa bahasan yang terkait dengan substitusi tersebut.

2.2.3.1 Alkil halida

Senyawa organohalogen digunakan secara luas oleh masyarakat modern, sebagai pelarut, insektisida, dan bahan-bahan sintetis senyawa organik. Kebanyakan senyawa organohalogen adalah sintetik (buatan). Agak jarang dijumpai senyawa organohalogen di alam. Tiroksin, suatu penyusun dari hormon tiroid tiroglobulin, adalah senyawa organohalogen yang terdapat di alam [4].



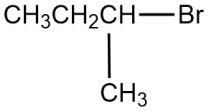
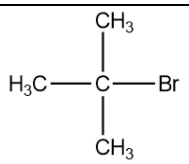
Gambar 2. 3 Struktur Molekul Tirosin

Senyawa yang mengandung hanya unsur karbon, hidrogen, dan halogen, dapat dibagi dalam tiga kategori: alkil halida, aril halida (sebuah atom halogen terikat pada karbon aromatis), dan halida vinilik (sebuah atom halogen terikat pada karbon berikatan rangkap) [4].

Alkil halida merupakan golongan senyawa yang paling banyak digunakan pada sintesis senyawa organik karena kegunaannya yang luas. Alkil halida dapat diperoleh dari alkohol melalui reaksi sustitusi, dari alkana melalui reaksi halogenasi, dan dari alkena melalui reaksi adisi. Selanjutnya, senyawa alkil halida ini akan menjadi *starting materials* pada penyiapan sintesis berbagai senyawa organik melalui substitusi gugus halida oleh suatu nukelofil. Jumlah senyawa organik yang dapat diperoleh melalui mekanisme substitusi nukleofilik ini sangat besar [5]. Oleh karena itu, reaksi substitusi nukleofilik merupakan salah satu reaksi penting dalam bidang kimia organik.

Rumus umum senyawa alkil halida adalah RX, dimana R: gugus alkil dan X: atom halogen (F, Cl, Br, I). Suatu atom halogen pada senyawa organik merupakan suatu gugus fungsional dan ikatan C – X merupakan letak reaktivitas kimia. Dalam reaksi kimia, bagian alkil merupakan pusat terjadinya reaksi. Oleh karena itu perlu diperbedakan empat tipe alkil halida [4]:

Tabel 2. 1 Tipe-tipe Alkil Halida

Tipe Alkil Halida	Pengertian	Rumus Kimia	Contoh Senyawa
Metil	Satu hidrogen digantikan sebuah atom halogen	CH_3X	$CH_3 – Br$ Bromo Metana
Primer (1^o)	Satu gugus alkil terikat pada karbon ujung	RCH_2X	$CH_3 – CH_2 – Br$ Bromo Etana
Sekunder (2^o)	Satu gugus alkil terikat pada karbon ujung	R_2CHX	 2-bromobutana
Tersier (3^o)	Satu gugus alkil terikat pada karbon ujung	R_3CX	 2-bromo-2-metilpropana

2.2.3.2 Nukleofil

Nukleofil adalah spesi yang mengandung atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Nukleofil berasal dari kata *nucleus dan philic* (suka). Nukleus

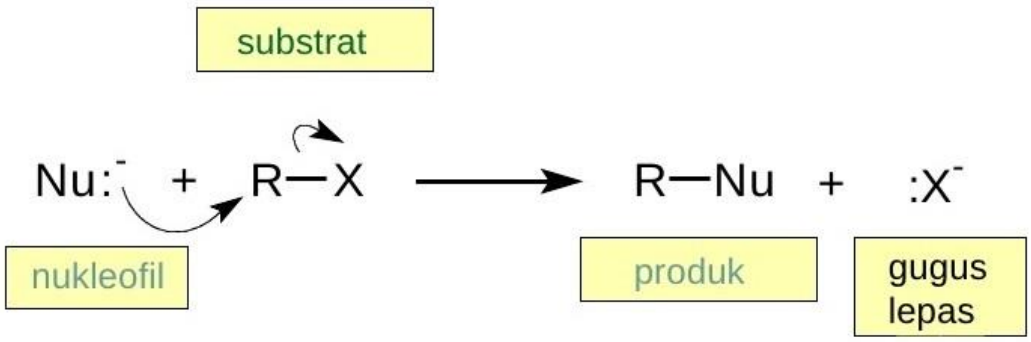
bermuatan positif, jadi nukleofil bermuatan negatif (karena suka muatan positif). Menurut konsep asam basa Lewis, nukleofil bertindak sebagai basa Lewis [6].

Tabel 2. 2 Contoh-contoh Nukleofil [5]

Reaktivitas	Nukleofil
Sangat Baik	I^-, HS^-, RS^-
Baik	Br^-, HO^-, RO^-, CN^-, N_3^-
Cukup Baik	NH_3, Cl^-, F^-, RCO_2^-
Lemah	H_2O, ROH
Sangat Lemah	RCO_2H

2.2.3.3 Pengertian Reaksi Substitusi Nukleofilik (SN)

Seperti disebutkan sebelumnya, reaksi substitusi nukleofilik merupakan salah satu reaksi yang penting dan banyak digunakan di bidang kimia organik. Menurut Ratia FW, reaksi substitusi adalah reaksi penggantian atom atau gugus atom oleh atom atau gugus atom lain. Jadi dalam reaksi substitusi, suatu atom atau gugus atom yang terdapat dalam rantai utama akan meninggalkan rantai utama tersebut dan tempatnya yang kosong akan diganti oleh atom atau gugus atom yang lain. Dalam hal substitusi nukleofilik, gugus yang mengganti merupakan pereaksi nukleofil. Adapun persamaan umum reaksi substitusi nukelofilik adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 4 Persamaan Umum Reaksi Substitusi Nukleofilik

Reaksi substitusi alkil halida dengan nukleofil dapat terjadi oleh suatu jalur SN1 atau suatu jalur SN2. Metil halida, alkil halida primer,dan sekunder terutama bereaksi dengan jalur SN2. Notasi SN2 berarti: substitusi, nukleofilik, bimolekular (dua molekul). Laju reaksi SN2 meningkat dengan bertambahnya nukleofilisitas

spesies penyerang. Rintangan yang meningkat di sekitar karbon yang terhalogenkan mengurangi laju reaksi SN2. Alkil halida tersier terlalu terintangi untuk menjalani reaksi dengan jalur SN2, namun dapat menjalani reaksi dengan suatu jalur SN1 (melalui suatu karbokation antara) dengan suatu nukelofil seperti H_2O atau ROH. Notasi SN1 berarti: substitusi, nuleofilik, unimolekuler (satu molekul). Metil halida dan alkil halida primer sama sekali tidak mengalami reaksi SN1, alkil halida sekunder bereaksi lambat dengan jalur ini [4].

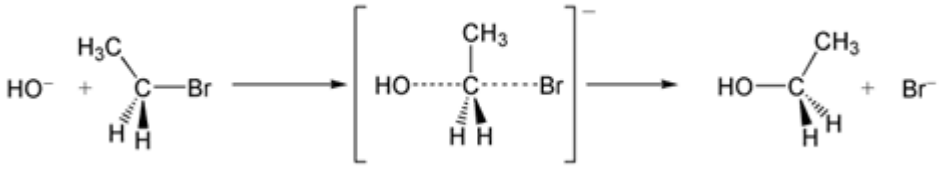
2.2.3.4 Mekanisme Reaksi SN1 dan SN2

Mekanisme reaksi SN1 dan SN2 ini terdapat perbedaan dalam proses mekanismenya, perbedaan tersebut dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

2.2.3.4.1 Reaksi SN2

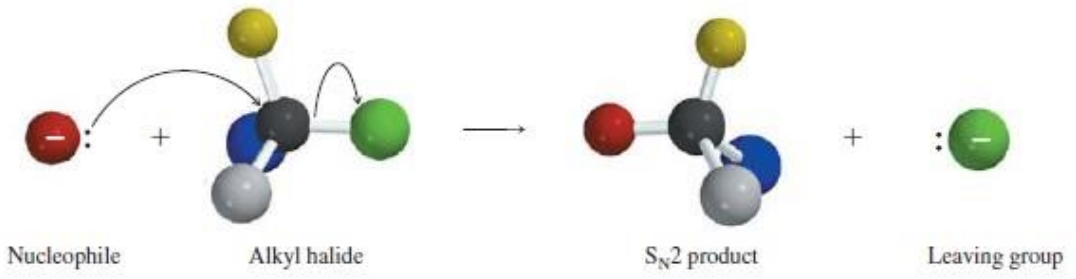
Bila sebuah nukleofil menabrak sisi belakang suatu atom karbon tetrahedral yang terikat pada sebuah halogen, dua peristiwa terjadi sekaligus: (1) suatu ikatan baru mulai terbentuk, dan (2) ikatan C – X mulai patah. Proses ini disebut proses setahap atau serempak (*concerted*). Jika energi potensial kedua spesi yang bertabrakan cukup tinggi, tercapai suatu titik di mana, pembentukan ikatan baru dan pematahan ikatan C – X lama dimudahkan. Ketika pereaksi diubah menjadi produk, mereka harus melewati suatu keadaan-antara, yang memiliki energi potensial tinggi, dibandingkan energi pereaksi atau produk. Keadaan-antara ini disebut keadaan transisi. Karena keadaan transisi melibatkan dua pertikel (Nu^- dan RX), maka reaksi SN2 dikatakan bersifat bimolekular [4].

Contoh reaksi SN2 yaitu reaksi antara bromoetana dan ion hidroksida:



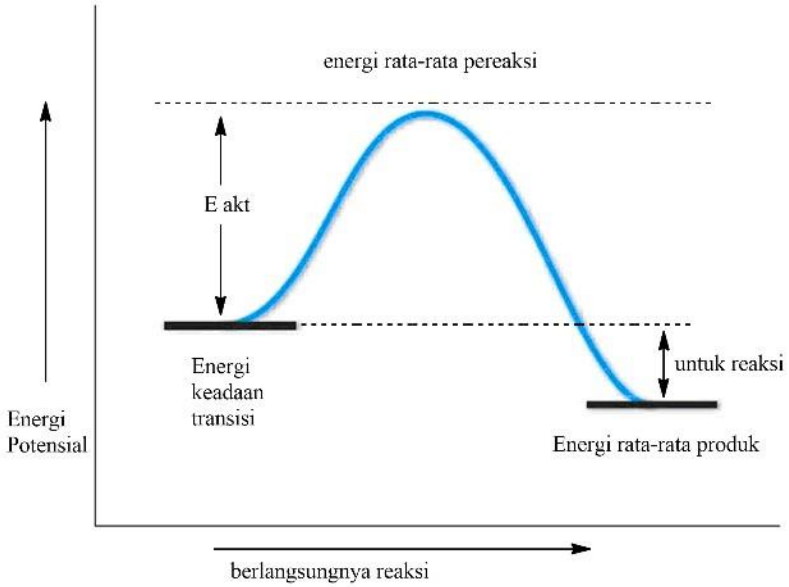
Gambar 2. 5 Contoh Reaksi SN2 [5]

Dalam reaksi antara bromoetana dan ion hidroksida, oksigen dari ion hidroksida menabrak bagian belakang karbon ujung dan menggantikan ion bromida. Ketika nukleofil menyerang dari arah belakang molekul (dilihat dari atom halogen), ketiga gugus yang terikat pada karbon berubah posisi menjadi rata dalam keadaan transisi, kemudian membalik ke sisi lain. Peristiwa membalik ini disebut inversi konfigurasi [4].



Gambar 2. 6 Inversi Molekul pada Reaksi SN2 [5]

Molekul yang bertabrakan membutuhkan energi untuk bisa bereaksi. Agar suatu reaksi dapat mulai terjadi, beberapa molekul dan ion yang bertabrakan harus memiliki cukup energi untuk mencapai keadaan transisi. Energi ini disebut energi aktivasi. Gambar berikut menunjukan diagram energi untuk berlangsungnya reaksi SN2 [4].



Gambar 2. 7 Diagram Energi Reaksi SN2 [4]

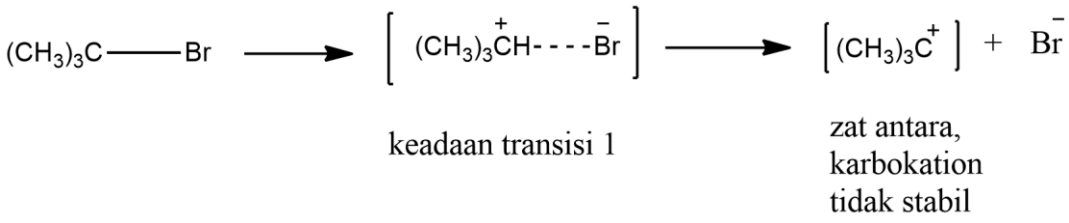
2.2.3.4.2 Reaksi SN1

Karena rintangan sterik, alkil halida tersier tidak bereaksi secara SN2 tetapi melalui jalur SN1. Reaksi SN1 adalah reaksi ion. Mekanismenya kompleks karena adanya antaraksi antara molekul pelarut, molekul R – X, dan ion-ion antara yang terbentuk. Reaksi SN1 suatu alkil halida tersier adalah reaksi bertahap (*stepwise reaction*). Tahap pertama berupa pematahan alkil halida menjadisepasang ion: ion halida dan suatu karbokation. Karena reaksi SN1 melibatkan ionisasi, reaksi-reaksi ini dibantu oleh pelarut polar yang dapat menstabilkan ion dengan cara solvasi (*solvation*) [4].

Contohnya reaksi antara t-butil bromida dan air (eksperimen Hughes dan Ingold):

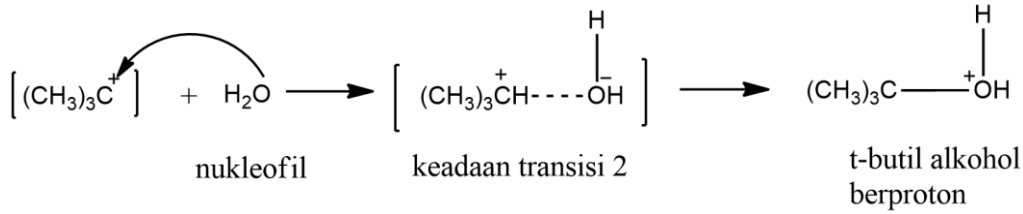
Tahapan reaksi SN1.

Tahap 1:



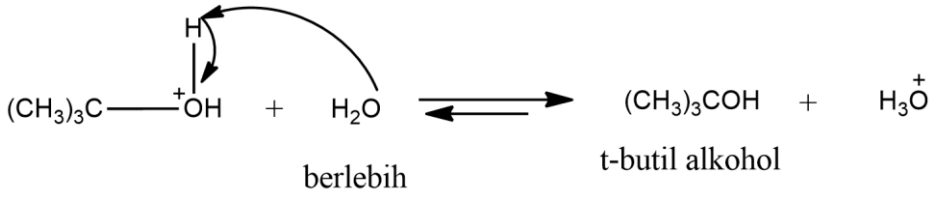
Tahap 2 adalah penggabungan karbokation dengan nuleofil (H_2O) menghasilkan produk awal, suatu alkohol berproton.

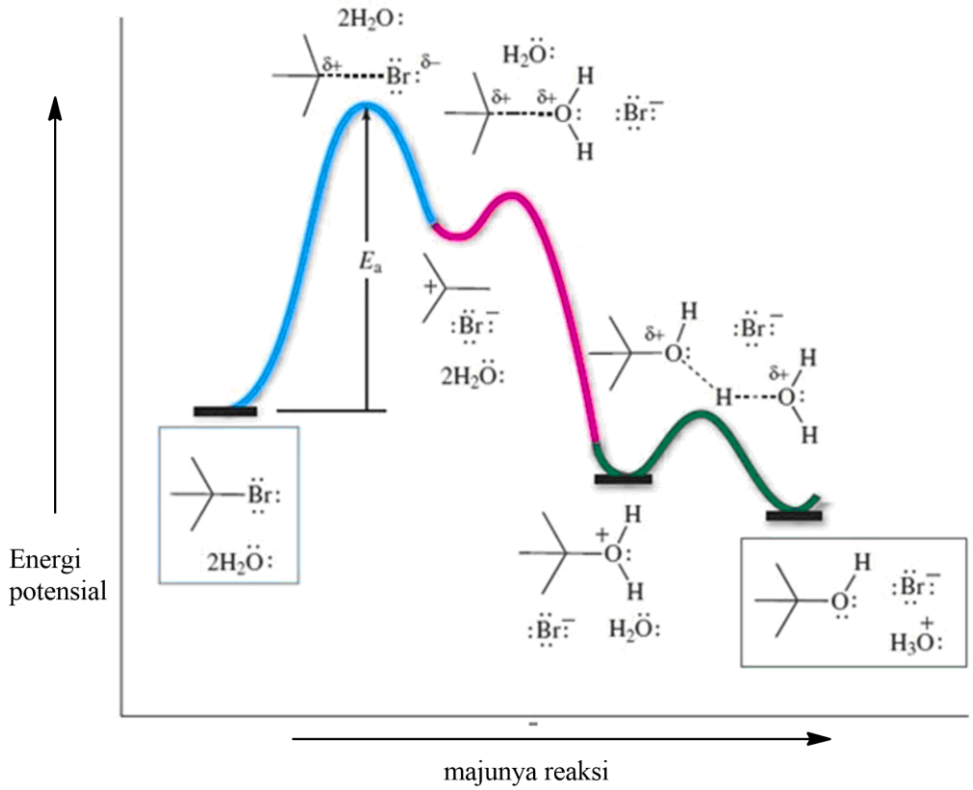
Tahap 2:



Tahap terakhir adalah lepasnya H^+ dari alkohol berproton, dalam suatu reaksi asam-basa yang cepat dan reversibel, dengan pelarut.

Tahap 3:

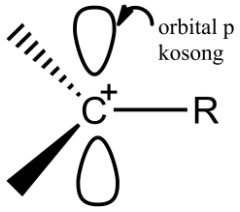




Gambar 2. 8 Diagram Reaksi SN1 Antara t-butil bromida dan Air [5]

2.2.3.5 Stereokimia reaksi SN1

Suatu karbokation adalah sebuah atom karbon yang mengikat hanya tiga gugus, tidak empat seperti biasanya. Karena hanya tiga gugus, maka ikatan ketiga gugus ini terletak dalam sebuah bidang, dan sudut yang diapit oleh dua ikatan sekitar 120^o. Untuk mencapai geometri ini, karbon positif berhibridisasi –sp^2 dan memiliki orbital p yang kosong [4].



Gambar 2. 9 Orbital P Kosong

Pada tahap kedua mekanisme reaksi SN1, nukleofil menyerang karbokation membentuk dua alkohol berproton. Jika pengionan molekul alkil halida itu lengkap, molekul nukleofil dapat menyerang orbital p kosong dari arah atas dan meghasilkan

(R)-enantiomer alkohol itu. Tetapi, molekul nukleofil dapat juga menyerang dari arah bawah, dengan menghasilkan (S)-enantiomernya. Karena serangan dapat terjadi dari masing-masing sisi, dapatlah terjadi rasemisasi [4].

2.2.3.6 Pengaruh Pelarut terhadap Laju Reaksi Substitusi Nukleofilik

Pengaruh pelarut pada reaksi substitusi terletak pada kemampuan / ketidakmampuannya mensolvasi ion-ion: karbokation, nukleofil/basa, dan gugus-gugus pergi (*leaving group*). Kemampuan mensolvasi ion ditentukan oleh polaritas molekul pelarut itu, yang biasanya dilaporkan sebagai tetapan dielektrik (*dielectric constant*). Pelarut yang sangat polar memiliki tetapan dielektrik yang tinggi [4].

Meskipun tetapan dielektrik dapat memberikan pedoman dalam memilih pelarut, tak ada aturan yang tetap mengenai bagaimana meramalkan pelarut mana yang terbaik untuk suatu reaksi tertentu. Pada umumnya, pelarut yang sangat polar mendorong reaksi SN1 dengan membantu menstabilkan karbokation dengan jalan solvasi. Sebaliknya, pelarut yang kurang polar memilih reaksi SN2, karena pelarut itu tidak membantu ionisasi [4]. Berikut ini adalah beberapa pelarut yang lazim digunakan pada reaksi substitusi nukleofilik [5].

Tabel 2. 3 Karakteristik Beberapa Pelarut pada Reaksi Substitusi Nukleofilik

Pelarut	Rumus Kimia	Protik/Aprotik	Tetapan Dielektrik	Polaritas (Kepolaran)
Air	H_2O	Protik	78	Sangat polar
Asam Format	HCOOH	Protik	58	
Dimetil Sulfoksida	$(CH_3)_2SO$	Aprotik	49	
Asetonitril	CH_3CN	Aprotik	37	
Dimetil Formamida (DMF)	$(CH_3)_2NCHO$	Aprotik	37	
Metanol	CH_3OH	Protik	33	
Asam Asetat	CH_3COOH	Protik	6	Kurang polar

Di samping solvasi dari karbokation, solvasi nukleofil juga sangat penting. Pemilihan pelarut benar-benar dapat mengubah urutan nukleofilisitas dalam suatu kelompok nukleofil. Suatu pelarut yang dapat mensolvasi suatu anion (jadi menstabilkan anion itu) akan mengurangi nukleofilisitasnya. Sebaliknya, suatu pelarut yang tidak dapat mensolvasi suatu anion, akan meningkatkan nukleofilisitas anion itu [4].

Berdasarkan tabel di atas, pelarut-pelarut digolongkan ke dalam dua kategori: protik/protik dan polar/nonpolar. Pelarut protik adalah pelarut yang mampu membentuk ikatan hidrogen. Sebagian besar memiliki gugus OH. Sedangkan pelarut aprotik adalah yang tidak memiliki gugus OH [5].

2.2.3.7 Pengaruh Pelarut pada Laju Reaksi SN2

Pelarut polar diperlukan dalam reaksi substitusi bimolekular karena komponen ion biasanya kurang larut dalam pelarut non polar untuk memberikan konsentrasi nukleofil yang cukup agar reaksi berlangsung. Selain perlunya suatu pelarut cukup polar untuk melarutkan ion-ion, bagaimanapun, pengaruh polaritas pelarut pada laju reaksi SN2 terbilang kecil, yang lebih penting adalah apakah pelarut tersebut termasuk protik atau aprotik. Pelarut protik, seperti air, asam format, metanol, dan asam asetat mengandung gugus OH yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan anion nukleofil. Molekul-molekul pelarut mensolvasi nukleofil sehingga mengurangi nukleofilisitasnya dan kemudian menurunkan laju reaksi SN2. Pelarut aprotik, di sisi lain, tidak mengandung gugus OH sehingga tidak mensolvasi anion dengan kuat, menyebabkan nukleofil lebih bebas dan meningkatkan laju reaksi SN2 [5].

2.2.3.8 Pengaruh Pelarut pada Laju Reaksi SN1

Berdasarkan mekanisme reaksi SN1, tahap penentu laju adalah keadaan transisi yaitu saat terbentuknya karbokation dan ion negatif halogen. Pelarut dengan nilai tetapan dielektrik yang rendah/kurang polar, memberikan pengaruh yang kecil terhadap energi keadaan transisi, sebaliknya, pelarut dengan nilai tetapan dielektrik tinggi/polar menstabilkan perbedaan muatan pada keadaan transisi, sehingga menurunkan energi, dan kemudian meningkatkan laju reaksi. Begitu pun dengan

pelarut protik, dapat lebih menstabilkan keadaan transisi karena terbentuknya ikatan hidrogen [5].

2.2.4 Multimedia

Multimedia dapat didefinisikan sebagai bentuk baru dalam pembuatan program – program komputer dengan penggabungan dari beberapa media. Multimedia adalah kombinasi dari paling sedikit dua media input atau output dari data, media ini dapat audio, animasi, video, teks, grafik, dan gambar; menurut Turban [8]. Disisi lain, Robin dan Linda mendefinisikan multimedia "multimedia merupakan alat yang dapat menciptakan presentasi yang dinamis dan interaktif yang mengkombinasikan teks, grafik, animasi, audio, dan video" [9].

Terdapat komponen penting daripada multimedia, yaitu :

1. Harus ada komputer atau perangkat yang mengkoordinasikan apa yang dilihat dan didengarkan yang dapat berinteraksi dengan penggunanya.
2. Harus adanya *link* yang menghubungkan informasi dengan pengguna dengan baik.
3. Harus adanya navigasi yang memandu pengguna dalam penggunaannya.
4. Multimedia dapat menyediakan tempat untuk mengumpulkan, memproses, serta mengkomunikasikan informasi ke pengguna.

Jika ada komponen yang tidak ada, maka bukan merupakan multimedia dalam arti yang luas. Terpenting multimedia juga terdiri dari beberapa elemen, yaitu teks, audio, gambar, animasi, dan video.

2.2.4.1 Objek Multimedia

Dalam multimedia terdapat objek – objek multimedianya yaitu teks, gambar, animasi, video, dan audio [10].

1. Teks

   Teks merupakan salah satu representasi visual dari bahasa. Teks adalah data atau informasi dalam bentuk susunan – susunan karakter. Sebagian besar multimedia menggunakan teks karena teks sangat efektif untuk penyampaian ide dan panduan kepada pengguna. Teks merupakan bentuk data atau informasi paling mudah dikenali dan disimpan, serta file teks

mempunyai struktur yang sangat sederhana. Teks biasanya digunakan pada kata, kalimat, atau segala sesuatu yang tertulis atau ditampilkan [10].

2. Gambar

   Grafik atau gambar bermanfaat untuk mengilustrasikan data / informasi yang akan disampaikan, terutama suatu informasi yang sulit dijelaskan melalui kata – kata. Manusia sangat erat pada visualisasi dan gambar. Grafik atau gambar pun sangat baik untuk penyampaian atau penyajian informasi [10].

3. Animasi

   Animasi adalah seimulasi gerakan yang dihasilkan dengan menggerakan sejumlah gambar dari *frame* ke *frame* yang lain. *Frame* adalah satu gambar tunggal pada sejumlah atau serentetan gambar yang membentuk animasi. Animasi bisa dikatakan membuat suatu gambar menjadi hidup. Animasi juga mencakup semua aspek efek visual sehingga animasi berupa perubahan posisi terhadap waktu, warna, bentuk, struktur, tekstur dari sebuah objek, pencahayaan, posisi dari kamera, orientasi objek dan perubahan dalam teknik *rendering* [10].

4. Video

   Video menyediakan sumber infromasi yang kaya dan hidup untuk multimedia. Video dapat menjelaskan sesuatu hal yang sulit dijelaskan atau digambarkan melalu teks ataupun gambar yang diam [10].

5. Audio

   Multimedia akan jenuh atau cepat bosan jika tidak tersedianya audio (suara). Audio disini bisa berbentuk suara percakapan, alunan musik atau efek – efek suara yang menunjang meultimedianya [10].

2.2.5 Pembelajaran Berbasis Multimedia

Komputer multimedia adalah multimedia yang dapat mengontrol lebih dari satu tipe media didalamnya dan tidak bergantung dengan waktu. Teks dan gambar

adalah contoh dari media yang tidak bergantung dengan waktu karena dapat diubah dengan berjalannya waktu [11].

Pembeajaran melalui multimedia adalah pembelajaran yang didesain dengan menggunakan berbagai media secara bersamaan, medianya meliputi teks, gambar, video dan lain sebagainya, semua media tersebut saling bersinergi untuk mencapai satu tujuan pembelajaran yang sebelumnya direncanakan [12].

Adapun manfaat dari penggunaan multimedia dalam pembelajaran [12], yaitu :

1. Penggunaan multimedia dalam proses pembelajarannya dapat melayani perbedaan gaya berlajar yang sudah ada.
2. Pembelajaran dapat lebih bermakna, artinya multimedia memungkinkan mengajak siswa atau mahasiswa untuk lebih aktif belajar.
3. Multimedia dapat digunakan dalam pembelajaran individual, yang berarti dalam hal tertentu dapat terwakili dengan multimedia.
4. Multimedia dapat memberikan wawasan yang lebih luas untuk mempelajari topik – topik tertentu.
5. Multimedia dapat mengemas berbagai macam jenis materi pembelajaran.

2.2.6 Pembelajaran Berbantuan Komputer

Computer Assisted Instruction (CAI) yaitu suatu metode pembelajaran yang didalamnya menggunakan komputer sebagai alat menyampaikan materi ajar dan pengguna dapat melakukan aktifitasnya secara langsung dengan berinteraksi melalui komputer [13]. Dalam metode CAI ini terdapat beberapa jenis untuk proses pembelajarannya, yaitu :

1. Tutorial

   Jenis ini dalam penyampaian materinya dilakukan secara tutorial, sebagaimana layaknya tutorial yang dilakukan oleh pengajar atau instruktur. Informasi yang disajikan besifat teks, gambar, audio maupun video.

2. Drills and Practice

   Praktik dan latihan ini dimaksudkan untuk melatih seseorang sehingga memiliki kemahiran dalam suatu keterampilan atau mempertegas atau memperkuat penguasaan suatu konsep.

3. Simulasi

   Simulasi disini untuk menggambarkan materi pembelajaran secara nyata dan dapat dilakukan secara *virtual* atau simulasi. Simulasi mencoba menyamai proses yang terjadi di dunianyata ke dalam bentuk multimedia.

4. Game

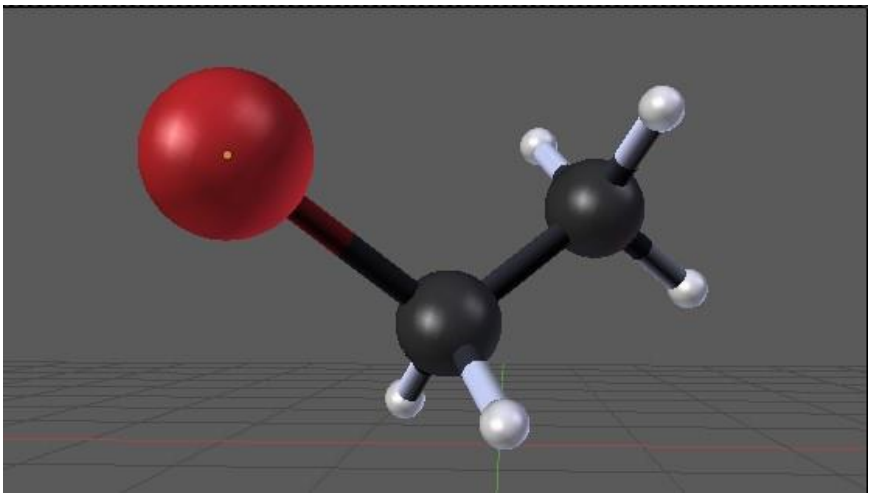
   Jenis ini disajikan mengacu pada proses pembelajaran dan diharapkan terjadi aktifitas didalamnya sehingga bermain sambil belajar, dan pengguna juga tidak sedang merasa mempelajari suatu konsep sehingga sifatnya menyenangkan.

2.2.7 Animasi

Animasi adalah sebuah proses pembuatan ilusi gerakan yang tercipta dari kumpulan gambar-gambar statis yang berurutan yang menciptakan ilusi gerak. Adapun animasi menurut Ibiz Fernandes dalam bukunya yang berjudul "Macromedia Flash Animation & Cartooning: A creative Guide" bahwa animasi didefinisikan, animasi adalah sebuah proses merekam dan memainkan kembali serangkaian gambar statis untuk mendapatkan sebuah ilusi pergerakan. Maka secara harfiah, animai adalah menghidupkan, yaitu usaha untuk menggerakan sesuatu yang tidak bisa bergerak sendiri. Jadi animasi disini bisa diartikan sebagai menggerakan sesuatu (gambar atau obyek) yang diam.

2.2.7.1 Modelling Objek

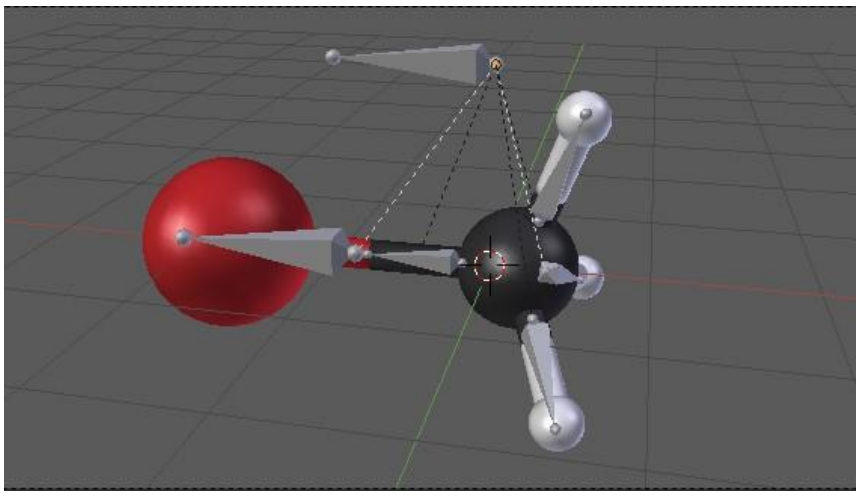
Modelling objek adalah suatu proses pembentukan model 3 dimensi yang terdiri dari *surface* sehingga membentuk sebuah objek, dengan bantuan perangkat lunak tiga dimensi.



Gambar 2. 10 Contoh *Modelling* Objek

2.2.7.2 Rigging

Rigging atau bisa disebut penulangan, sebelum model 3 dimensi diberikan kepada animator (yang membauat animasi), model harus terlebih dahulu diberi persendian dan kontrol gerakan. Agar animator dapat membuat pose dari model tersebut.



Gambar 2. 11 Contoh *Rigging* / Penulangan

2.2.8 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) atau lebih dikenal sebagai realitas tertambah adalah teknologi yang menggabungkan anatara benda maya dua dimensi atau 3 dimensi kedalam suatu lingkungan nyata tiga dimensi lalu menampilkan atau memproyeksikan benda – benda maya tersebut ke dalam waktu nyata (*real time*).

AR ini menjadi jalan untuk komponen virtual dan komponen nyata dapat saling berinteraksi. Dari hal tersebut, informasi yang ditampilkan oleh benda maya dapat membantu pengguna dalam menerima informasi secara lebih dalam. Ronald Azuma mengatakan AR adalah sebagai sistem yang memiliki karakteristik, yaitu : Menggabungkan lingkungan nyata; Berjalan secara interaktif dalam waktu yang nyata; serta integrasi dalam tiga dimensi (3D).

2.2.8.1 Metode Augmented Reality

Metode yang dikembangkan sampai saat ini pada *Augmented Reality* terbagi menjadi dua metode, yaitu *Marker Based Tracking* dan *Markerless Augmented Reality* [14].

1. Marker Based Tracking

   Marker disini biasanya merupakan ilustrasi atau gambar hitam dan puith dengan batas hitam dan latar belakang putih. Komputer atau sistem akan mengenali posisi dan orientasi *marker* dan menciptakan dunia virtual 3D yaitu titik (0,0,0) dan 3 sumbu yaitu (x,y,z) [14]. Perkembangan teknologi AR ini, bisa mendeteksi *marker* tidak hanya hitam dan putih, melainkan telah berhasil mendeteksi gambar dengan cara melihat seberapa banyak sudut yang dihasilkan oleh gambar tersebut yang dijadikan *marker*.

2. Markerless Augmented Reality

   Menggunakan metode ini, pengguna tidak perlu menggunakan *marker* untuk menampilkan elemen atau objek digital, karena *markerless* ini menggunakan *face tracking*, 3D *object tracking*, dan *motion tracking* dalam menampilkan objek digital tersebut. *Face tracking* memungkinkan komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan mengenali posisi mata, hidung dan mulut. 3D *object tracking* dapat mengenali semua bentuk benda yang ada disekitar kita seperti meja, kursi, balok, dll. *Motion tracking*, komputer dapat mengenali atau menangkap gerakan kita, jenis metode ini sering digunakan saat pembuatan film untuk menangkap pergerakan agar lebih realistis [14].

2.2.9 Pemograman Berorientasi Objek

Menurut Rosa A.S. dan M. Shalahuddin dalam buku Rekayasa Perangkat Lunak, Metodologi berorientasi objek adalah suatu strategi pembangunan perangkat lunak yang mengorganisasikan perangkat lunak sebagai kumpulan objek yang berisi data dan operasi yang diberlakukan terhadapnya [15]. Metode berorientasi objek banyak dipilih karena metodologi lama banyak menimbulkan masalah seperti aplikasi yang dikembangkan untuk *platform* yang berbeda-beda, sehingga dibutuhkan metodologi pengembangan yand dapat mencakup semua jenis aplikasi [15]. Ada beberapa keuntungan dengan menggunakan metodologi berorientasi objek, yaitu [15]:

1. Meningkatkan produktivitas
2. Kecepatan pengembangan
3. Kemudahan pemeliharaan
4. Konsisten
5. Meningkatkan kualitas perangkat lunak

2.2.9.1 Konsep Dasar Berorientasi Objek

Pendekatan berorientasi objek merupakan salah satu teknik atau cara pendekatan dalam melihat permasalahan dan sistem (sistem perangkat lunak, sistem informasi, atau sistem lainnya). Pendekatan berorientasi objek memandang sistem sebagai suatu kumpulan objek yang berkorespondensi dengan objek yang nyata di dunia nyata [15]. Konsep pendekatan berorientasi objek dapat diterapkan pada tahap analisis, perancangan, pemograman serta pengujian perangkat lunaknya. Ada berbagai macam teknik yang dapat digunakan pada tahapan tersebut menggunakan aturan dan alat bantu pemodelan yang ada atau tertentu. Beberapa konsep dasar yang harus dipahami tentang metodologi berorientasi objek, yaitu : *Class* (kelas), *Object* (objek), *Method* (metode), *Attribute* (atribut), *abstraction* (abstraksi), *encapsulation* (enkapsulasi), *inheritance* (pewarisan), *interface* (antar muka), *reusability* (pemanfaatan kembali), Generalisasi dan spesialisasi, Komunikasi antar objek, *polymorphism* (poimorfisme), dan *package* (paket) [15].

2.2.9.2 Object Oriented Analysis and Design (OOAD)

Analisis berorientasi objek (OOA) adalah tahapan dimana untuk menganalisa spesifikasi maupun kebutuhan sistem yang akan dibangun dengan konsep berorientasi objek, dengan dilihat apakah kebutuhan yang ada dapat diimplementasikan menjadi sebuah sistem berorientasi objek. Analsis berorientasi objek ini dapat menggunakan UML (*Unified Modelling Language*) [15].

Sedangkan untuk desain berorientasi objek (OOD) adalah tahapan perantara untuk memetakan kebutuhan maupun spesifikasi sistem yang akan dibangun dengan menggunakan konsep berorientasi objek desain pemodelan, bertujuan untuk agar lebih mudah diimplementasikan dengan pemograman berorientasi objek. Pemodelan disini dapat dituangkan dalam dokumentasi perangkat lunak dengan menggunakan perangkat pemodelan berorientasi objek, diantaranya adalah UML. OOA dan OOD ini sering kali mempunyai batasan yang hampir mirip atau samar, sehingga bisa disebut langsung menjadi OOAD (*Object Oriented Analysis and Design*) [15].

2.2.9.3 Pemodelan

Pada dunia pembangunan perangkat lunak juga sangat diperlukan pemodelan. Pemodelan perangkat lunak digunakan untuk mempermudah langkah selanjutnya dari pembangunan sebuah sistem. Pemodelan pada perangkat lunak juga dapat memvisualisasikan perangkat yang akan dibuat. Suatu model yang digunakan untuk menguraikan sistem menjadi suatu bagian-bagian yang dapat diatur dan mengkomunikasikan ciri konseptual dan fungsionalitas kepada pengguna atau pengamat. Bisa disebut pemodelan adlaah gambaran dari realita yang sederhana dan diterapkan dalam bentuk pemetaan dengan aturan-aturan tertentu [15].

2.2.10 UML

UML (*Unified Modeling Language*) merupakan teknik pemrogramman berorientasi objek sebagai salah satu bentuk pemodelan dalam pembangunan perangkat lunak. UML muncul karena adanya kebutuhan pemodelan visual untuk menggambarkan, membangun, dan dokumentasi dalam pembangunan sistem

perangkat lunak secara spesifik. UML merupakan bahasa untuk pemodelan dan komunikasi di dalam sistem yang menggunakan diagram dan teks pendukung. UML mencakup diagram yang memungkinkan untuk memvisualisasikan konstruksi sistem berorientasi objek, serupa dengan cara satu set cetak biru yang memungkinkan untuk memvisualisasikan konstruksi bangunan [16]..

Ada 6 yang sering digunakan dalam UML diagram yaitu :

1. *Use Case Diagram*, menjelaskan bagaimana sistem digunakan. Analisis dimulai dengan menggunakan *Use Case Diagram.*
2. *Use Case Scenario* (secara teknis bukan termasuk diagram). Artikulasi verbal atau penjelasan dari *Use Case*.
3. *Activity Diagram*, ilustrasi dari seluruh aliran aktifitas. Setiap *Use Case* membuat satu buah aktifiti diagram.
4. *Sequence Diagram*, menunjukan urutan aktifitas dan hubungan kelas. Setiap *Use Case* membuat satu atau lebih sekuen diagram.
5. *Class Diagram*, menunjukan kelas dan hubungannya dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk sistem yang dibangun.

2.2.10.1 Use Case Diagram

Diagram *use case* merupakan pemodelan untuk suatu aktivitas sistem yang akan dibuat. Dalam *use case* akan dijelaskan interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem yang akan dibuat. Pemodelan *use case* menunjukan pandangan sistem dari perspektif pengguna, sehingga dapat menggambarkan apa yang sistem lakukan tanpa menjelaskan bagaimana sistem melakukannya. *Use case* selalu menjelaskan 3 hal, pertama *actor* menginisialisasi *event*, kedua *event* tersebut memicu atau men-*trigger use case*, dan ketiga *use case* melakukan tindakan yang dipicu atau *triggered* oleh *event* [16].

Penamaan pada *use case*, nama yang digunakan didefinisikan sesederhana mungkin dan dapat dipahami. Hal utama yang ada pada diagram *use case* adalah aktor dan *use case* [16].

1. Aktor

   Aktor bisa berupa orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem yang akan dibangun diluar sistem yang akan dibangun itu sendiri.

2. Use case

   Use case merupakan aktifitas atau fungsionalitas yang ada pada sistem yang akan dibangun.

Dari setiap *use case*, maka akan membuat sama banyaknya *use case scenario. Use case scenario* ini nantinya akan membantu untuk menggambarkan diagram sekuen. *Use case diagram* dan *use case scenario* alat yang sangat membantu dalam memahami bagaimanai sistem bekerja secara menyeluruh [16].

Tabel 2. 4 *Use Case Scenario*

Use Case Name	
Actor	
Description	
Trigger	
Preconditions	
Postconditions	
Requirements	
Include	
Extend	
Steps Performed	

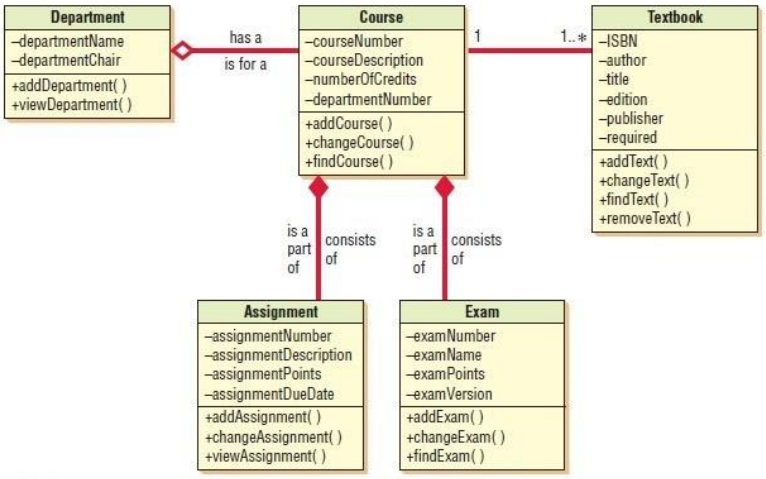
2.2.10.2 Activity Diagram

Diagram aktifitas adalah memperlihatkan urutan dari aktifitas yang berlangsung pada suatu proses, termasuk urutan aktifitas dan pararel aktifitas serta keputusan yang dibuat. Diagram aktifitas ini biasanya dibuat untuk sebuah *use case* dan kemungkinan menunjukan skenario yang berbeda-beda [16].

2.2.10.3 Class Diagram

Class Diagram digunakan untuk menggambarkan struktur sistem dalam mendefinisikan kelas – kelas yang digunakan dalam pembangunan sistem. Diagram kelas ini menunjukkan fitur statis dari sistem dan tidak menjelaskan detail pemrosesan pada sistem. Diagram kelas kemungkinan hanya menunjukkan nama kelas, atau nama dan atribut kelas, atau nama kelas, atribut, dan metode. Menunjukkan nama kelas yang paling dipakai bila diagramnya sangat kompleks

dan mencakup banyak kelas. Jika diagram tersebut lebih sederhana, atribut dan metode dapat disertakan. Bila atribut disertakan, ada beberapa cara menunjukkan informasi atribut tersebut, yang paling sederhana adalah hanya memasukkan nama atribut, yang mengambil cakupan yang paling sedikit [16].

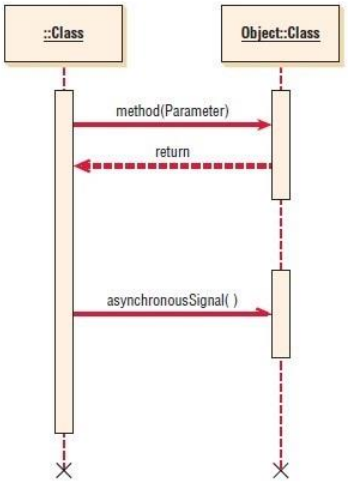


Gambar 2. 12 Contoh *Class Diagram* [16]

2.2.10.4 Sequance Diagram

Diagram ini merepresentasikan atau menggambarkan kelakuan / aktifitas objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup (*time life*) objek dan pesan yang dikirimkan dan diterima oleh objek. Diagram sekuen juga dapat menggambarkan susksesnya interaksi antara kelas atau objek pada saat waktu yang dibutuhkan.

Didalam prakteknya, digram ini berurutan berasalkan analisis *use case* dan digunakan dalam perancangan sistem untuk mendapatkan interaksi, hubungan, dan metode objek dalam sistem. Diagram sekuen digunakan untuk menunjukan keseluruhan pola aktifitas atau interaksi dalam *use case* [16].



Gambar 2. 13 Contoh *Diagram Sequence* [16]

2.2.11 Penentuan Sampel

Penenetuan jumlah sampel disini menggunakan bantuan tabel *Isaac and Michael*, dengan melihat tabel ini berdasarkan disesuaikan dengan populasi yang akan diambil sampelnya dan melihat dari tingkat kesalahannya yang dapat digunakan yaitu (taraf kesalahan 1%, 5% dan 10%). Pada tabel *Isaac and Michael* ini semakin tinggi taraf kesalahan yang digunakan maka jumlah sampel yang digunakan akan semakin sedikit jumlahnya. Tabel ini mempermudah dalam penentuan jumlah sampel, akan tetapi dapat diperolah dari rumus berikut tabel *Isaac and Michael* tersebut [17].

$$S = \frac{X^2.N.P(1-P)}{d^2\,(N-1) + X^2.P(1-P)}$$

Keterangan :

S = Jumlah Sampel

N = Jumlah Populasi

X^2 = Nilai tabel *chisquare* untuk µ tertentu, taraf signifikan 1%, 5% dan 10%.

d = Ketelitian / derajat ketetapan (d = 0.05)

P = Proporsi dalam Populasi (P = 0.50)

Tabel 2. 5 Tabel Isaac And Michael

N	Signifikan		
	1%	5%	10%
10	10	10	10
15	15	14	14
20	19	19	19
25	24	23	23
30	29	28	28
35	33	32	32
40	38	36	36
45	42	40	39
50	47	44	42
55	51	48	46
60	55	51	49
65	59	55	53
70	63	58	56
75	67	62	59
80	71	65	62
85	75	68	65
90	79	72	68
95	83	75	71
100	87	78	73

2.2.12 Pengujian Sampel

Pengujian sampel adalah pengujian yang dilakukan kepada responden atau pengguna dengan menggunakan skala *likert*. Berikut adalah bobot dari masing-masing pilihan yang ada pada kuesioner.

Tabel 2. 6 Bobot Skala Likert

Keterangan	Bobot
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Ragu-ragu	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Adapun perhitungan untuk mencari presentase dari masing-masing jawaban kuesioner yang diberikan, menggunakan rumus skala likert, yaitu :

$$P = \frac{S}{\text{Skor Ideal}}\ X\ 100\%$$

Keterangan : P: Nilai presentase yang dicari

S: Jumlah frekuensi dikalikan dengan skor yang di tetapkan jawaban

Skor Ideal : Nilai tertinggi dikalikan dengan jumlah sampel

2.2.13 Software yang Digunakan

Berikut adalah beberapa *tools* atau perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan aplikasi pembelajaran mekanisme reaksi substitusi nukelofilik 1 dan 2 ini yaitu Blender dan Unity3D 5.4.1.f1. Untuk *Augmented Reality* menggunakan SDK Vuforia.

2.2.13.1 Blender

Blender merupakan aplikasi pembuat grafis 3D yang *open source* atau istilah lainnya dapat digunakan di berbagai macam sistem operasi. Blender sendiri mendukung pilar utama dari 3D, seperti *modelling*, *rigging*, *animation*, *simulation*, *rendering*, *compositing* and *motion tracking*, hingga *video editing* dan membuat *game* [18].

2.2.13.2 Unity 3D

Unity3D adalah sebuah *game engine* yang popular sejak lama, *engine* buatan Unity Technologie Inc. Setelah 4 tahun lamanya, dimana masa-masa pengembangannya, akhirnya pada tahun 2005 Unity pertama kali diluncurkan. Beranjaknya waktu, *game engine* ini sudah dapat berjalan secara *native* baik pada *platform* windows maupun platform Mac OS X, yang dimana memungkinkan menggunakan teknologi "Seamles Collaboration" antara developer pengguna windows maupun Mac OS X [19].

2.2.13.3 Vuforia

Vuforia adalah SDK *Augmented Reality* (AR) yang dikhususkan untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR. Menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mengenali dan melacak gambar 2D dan objek 3D sederhana, seperti kotak, pipa, meja, dll secara *real time* [20].

2.2.13.4 GameBench

GameBench adalah aplikasi analisis kinerja untuk perangkat Android dan iOS yang memungkinkan dengan mudah dan cepat mengidentifikasi aplikasi atau *game* yang telah dibangun. Analisis kinerja GameBench yang dilakukan yaitu merekam *frame rate perSecond* (FPS) guna untuk seberapa halus aplikasi berjalan

pada perangkat, informasi penggunaan *CPU* dan juga informasi penggunaan *GPU*, penggunaan jaringan seluler pun dapat dilakukan, dan tahan lama daya perangkat dalam menjalankan aplikasi yang dilakukan analisis [21].