

PENELITIAN ANALITIK

**HUBUNGAN ANTARA *INTELLIGENCE QUOTIENT* (IQ)
DENGAN KELAINAN REFRAKSI PADA ANAK USIA SEKOLAH**



Oleh :

ZALTONYS TOLOMBOT

NIM : 108070600011006

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I ILMU KESEHATAN MATA

FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA

RUMAH SAKIT UMUM Dr. SAIFUL ANWAR

MALANG

2018

HALAMAN PENGESAHAN

PENELITIAN ANALITIK

**HUBUNGAN ANTARA INTELLIGENCE QUOTIENT (IQ)
DENGAN KELAINAN REFRAKSI PADA ANAK USIA SEKOLAH MALANG**

Oleh :

Zaltonys Tolombot

NIM : 108070600011006

Dibacakan pada tanggal :

8 November 2018

dr. Nanda Wahyu Anandita, SpM (K)
NIP. 197704232010012009
Pembimbing 1

dr. Lely Retno Wulandari, SpM (K)
NIP. 197412132008122002
Pembimbing 2

dr. Anny Sulistyowati, SpM (K)
NIP. 196011031987092001
Pembimbing 3

Dr. dr. Seskoati Prayitnaningsih, SpM (K)
NIP. 196810232005012001
Ketua Program Studi

DAFTAR ISI

JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
ABSTRAK	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 KELAINAN REFRAKSI.	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Refraksi Mata. Error! Bookmark not defined.	
2.1.2 Macam Kelainan Refraksi	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Definisi Kelainan Refraksi	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 Epidemiologi	Error! Bookmark not defined.
2.1.5 Etiologi	Error! Bookmark not defined.
2.1.6 Faktor Resiko yang Mempengaruhi Kelainan Refraksi Error! Bookmark not defined.	
2.1.7 Klasifikasi Kelainan Refraksi	Error! Bookmark not defined.
2.1.8. Komplikasi Miopia.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.9. Pemeriksaan Pasien Dengan Miopia	Error! Bookmark not defined.
2.1.10. Penatalaksanaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.2. Intelegensi dan <i>Intelligence Quotient</i> (IQ) ...	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. Definisi	Error! Bookmark not defined.

2.2.3. Jenis Tes Intelegensi (*Intelligence Quotient (IQ)*). **Error! Bookmark not defined.**

BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Kerangka Teori	Error! Bookmark not defined.
3.2. Kerangka Konsep	Error! Bookmark not defined.
3.2. Hipotesa Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.3. Populasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Populasi Target	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Populasi Terjangkau	Error! Bookmark not defined.
4.4. Sampel Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Cara Pengambilan Sampel	Error! Bookmark not defined.
4.4.2 Perkiraan Besar Sampel	Error! Bookmark not defined.
4.5. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	Error! Bookmark not defined.
4.5.1 Kriteria Inklusi	Error! Bookmark not defined.
4.5.2 Kriteria Eksklusi	Error! Bookmark not defined.
4.6. Variable Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.6.1. Variabel Bebas (Independent)	Error! Bookmark not defined.
4.6.2. Variabel Tergantung (Dependent)	Error! Bookmark not defined.
4.7. Definisi Operasional	Error! Bookmark not defined.
4.8. Alat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.9. Cara Kerja	Error! Bookmark not defined.
4.10. Alur Kerja Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.10. Organisasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.11. Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB 5 HASIL PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
5.1. Statistik Deskriptif	Error! Bookmark not defined.
5.2 Analisis Bivariat	Error! Bookmark not defined.
a. Hubungan Tes IQ dengan Kelainan Refraksi	Error! Bookmark not defined.

b.	Hubungan Kelainan Refraksi dengan Tes IQ	Error! Bookmark not defined.
c.	Hubungan Tes IQ dengan Tingkat Sekolah...	Error! Bookmark not defined.
5.3.	Uji Perbedaan Tes IQ dengan nilai Visus dan <i>Spherical Equivalent (SE)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3.1	Uji Normalitas	Error! Bookmark not defined.
5.3.2	Uji Kruskal Wallis.	Error! Bookmark not defined.
5.3.3	Uji Mann Whitney	Error! Bookmark not defined.
BAB 6	PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
6.1.	Deskripsi Subyek	Error! Bookmark not defined.
6.2.	Hubungan IQ dengan Kelainan Refraksi	Error! Bookmark not defined.
6.3.	Hubungan IQ dengan Miopia	Error! Bookmark not defined.
6.3.	Hubungan IQ dengan Visus	Error! Bookmark not defined.
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
7.1.	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
7.2.	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN		59

Daftar Gambar

Gambar 1. Kelainan refraksi pada mata hipermetropia dan miopia	6
Gambar 2. Kelainan refraksi pada mata astigmatisma	7
Gambar 3. Klasifikasi Hipermetropia berdasarkan status akomodasi mata	16
Gambar 4. Tipe-tipe Astigmatisma	16
Gambar 5. Distribusi Subyek Berdasarkan Sekolah	41
Gambar 6. Distribusi Jenis kelamin	42
Gambar 7. Distribusi Status Refraksi	42
Gambar 8. Distribusi Hasil Tes IQ	43
Gambar 9. Distribusi Hasil Tes IQ Tiap Sekolah	44

Daftar Tabel

Tabel 5.1 Statistik Deskriptif	40
Tabel 5.2 Tabulasi silang Tes IQ dengan Kelainan Refraksi	44
Tabel 5.3 Tabulasi silang Tes IQ dengan kelainan Refraksi	46
Tabel 5.4 Tabulasi silang Tes IQ dengan Tingkat Sekolah	47
Tabel 5.5 Korelasi Nilai IQ dengan Visus Naturalis dan Spherical Equivalent (SE)	48
Tabel 5.6 Hasil Uji normalitas	49
Tabel 5.7 Hasil Uji Kruskal Wallis	50
Tabel 5.8 Uji beda Average dengan Low Average pada Miopia	50
Tabel 5.9 Uji beda Average dengan Borderline pada Miopia	51
Tabel 5.10 Uji beda Low Average dengan Borderline pada Miopia	51
Tabel 5.11 Uji beda Average dengan Low Average Pada AMK+Miopia dan AMS .	51

RELATIONSHIP BETWEEN INTELLIGENCE QUOTIENT (IQ) AND REFRACTIVE ERROR IN SCHOOL AGED CHILDREN

ABSTRACT

Zaltonys Tolombot, Nanda Wahyu Anandita, Lely Retno Wulandari,
Anny Sulistyowati
Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine, Brawijaya University
Saiful Anwar General Hospital, Malang-Indonesia

Purpose : This study aims to determine relationship between intelligence quotient (IQ) and refractive error in school aged children.

Methods : Analytic observational study with cross sectional approach. The sample of this study was 211 students from 4th, 5th and 6th class of Lesanpuro Malang Elementary School and 9th class students Lesanpuro Malang Middle School who performed to refraction examination and IQ tests and then performed statistical analysis.

Result : The distribution of refraction status consisted of myopia 35 subjects (16,58%), simple myopic astigmatism (SMA) 6 subjects (2,84%), compound myopic astigmatism (CMA) 2 subjects (0,94%), hyperopia 4 subject (1,89%), myopia+emmetropia 7 subject (3,31%), myopia+CMA 5 subject (2,36%), SMA+emmetropia 4 subjects (1,89%), SMA+CMA 1 subjects (0,47%) and emmetropia 147 subjects (69,66%). Intelligence quotient (IQ) tests for all students obtained Superior results on 1 subject (0.47%), High Average of 8 subjects (3.79%), Average of 83 subjects (39.33%), Low Average of 112 subjects (53.08 %), Borderline Defective as many as 6 subjects (2.84%), Mentally Retardation only 1 subject (0.47%). It can be concluded that there is a significant relationship or association between IQ tests and refractive error. This relationship is included in the low category because it is below 0.2. The relationship between IQ test results and refractive abnormalities with a p value of 0.047 or with a p value = <0.05 ($\alpha = 5\%$).

Conclusion : There is a significant relationship between intelligence quotient (IQ) and refractive abnormalities but this relationship falls into the low category.

Keywords : Intelligence quotient, refractive error, myopia, hyperopia, astigmatism, school aged children.

HUBUNGAN ANTARA INTELLIGENCE QUOTIENT (IQ) DENGAN MIOPIA PADA ANAK USIA SEKOLAH

ABSTRAK

Zaltonys Tolombot, Nanda Wahyu Anandita, Lely Retno Wulandari,
Anny Sulistyowati
Departemen Ilmu Kesehatan Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya
Rumah Sakit Saiful Anwar, Malang-Indonesia

Tujuan : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara Intelligence Quotient (IQ) dengan kelainan refraksi pada anak usia sekolah..

Metode : Penelitian observasional analitik dengan pendekatan cross sectional. Sampel penelitian ini adalah 211 siswa dari kelas 4, 5 dan 6 SD Lesanpuro Malang dan siswa kelas 9 Sekolah Menengah Lesanpuro Malang yang melakukan tes refraksi dan tes IQ kemudian dilakukan analisis statistik.

Hasil : Distribusi status refraksi terdiri dari miopia 35 subjek (16,58%), misulus rabun dekat (6) mata pelajaran sederhana (2,84%), senyawa myopic astigmatism (CMA) 2 subjek (0,94%), hyperopia 4 subjek (1,89%), miopia + emmetropia 7 subjek (3,31%), subjek miopia + CMA 5 (2,36%), SMA + emmetropia 4 subyek (1,89%), SMA + CMA 1 subyek (0,47%) dan emmetropia 147 subyek (69,66%). Intelligence quotient (IQ) tes untuk semua siswa memperoleh hasil Superior pada 1 subjek (0,47%), Rata-rata Tinggi 8 subyek (3,79%), Rata-rata 83 subyek (39,33 %), Rata-rata Rendah sebanyak 112 subjek (53,08%), Borderline Cacat sebanyak 6 subyek (2,84%), Retardasi Mental hanya 1 subjek (0,47%). Dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang signifikan atau keterkaitan antara tes IQ dengan kelainan refraksi. Hubungan ini termasuk dalam kategori rendah karena di bawah 0,2 Hubungan antara hasil tes IQ dengan kelainan refraksi dengan nilai $p = 0,047$ atau dengan nilai $p = <0,05$ ($\alpha = 5\%$).

Kesimpulan : In this study there was a significant relationship between Intelligence Quotient (IQ) and refractive error but this relationship was included in the low category

Kata Kunci : Intelligence quotient, kelainan refraksi, miopia, hipermetropia, astigmatisma, anak usia sekolah.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Gangguan penglihatan adalah masalah kesehatan yang signifikan terjadi di seluruh dunia. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan sekitar 314 juta orang mengalami gangguan penglihatan di dunia, 45 juta di antaranya mengalami kebutaan. Dan diperkirakan bahwa lebih dari 80% gangguan penglihatan global seharusnya dapat dicegah atau bisa diobati. Tetapi karena kurangnya fasilitas pelayanan perawatan mata maka jutaan orang tetap berisiko kehilangan penglihatan. Penyebab utama kebutaan meliputi kelainan refraksi yang tidak dikoreksi, katarak, glaukoma, degenerasi makula, kekeruhan kornea, retinopati diabetes dan penyakit mata pada anak seperti trachoma.^{1,2}

Kelainan refraksi merupakan kelainan pada mata yang paling sering terjadi. Di dunia Angka kejadian kelainan refraksi cukup tinggi dan merupakan penyebab utama kebutaan ketiga yaitu 0,14% setelah katarak (0,78%) dan glaukoma (0,20%). Didapatkan juga bahwa sekitar 80% anak usia 2-6 tahun memiliki mata hipermetropia, 5% miopia dan 15% emetropia.^{1,2}

Telah banyak sekali penelitian yang mempelajari tentang faktor-faktor resiko yang mempengaruhi terjadinya kelainan refraksi, baik itu miopia, hipermetropia maupun astigmatisma. Dari berbagai penelitian tersebut diperoleh suatu kesimpulan bahwa faktor genetik dan faktor lingkungan merupakan faktor resiko yang memegang peranan penting dalam terjadinya kelainan refraksi. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa kelainan refraksi diturunkan secara genetik. Faktor genetik dapat menurunkan sifat kelainan refraksi ke keturunannya, baik secara autosomal dominan maupun autosomal resesif. Anak dengan orang tua yang mengalami kelainan refraksi cenderung mengalami kelainan refraksi juga. Prevalensi miopia pada anak dengan kedua orang tuanya miopia adalah 32,9 % dan berkurang sampai 18,2% pada anak dengan salah satu orang tuanya miopia dan kurang dari 8,3% pada anak dengan orang tua tanpa miopia. Banyak studi juga menunjukkan bahwa faktor lingkungan memiliki peranan yang sangat besar bahkan ada penelitian yang menyebutkan bahwa faktor lingkungan lebih memiliki peran yang lebih besar terhadap miopia dibandingkan dengan hipermetropia dan astigmatisma. Faktor lingkungan yang

dimaksud di sini adalah kebiasaan beraktivitas dalam jarak dekat termasuk membaca, menggunakan komputer dan bermain video game.³⁻⁷

Prevalensi kelainan refraksi pada anak usia sekolah pada anak pria dan wanita masih mengalami kontroversi. Berdasarkan penelitian di daerah Qazvin, Iran pada Oktober 2002-September 2008 antara anak yang berusia 7-15 tahun menyatakan pada anak perempuan lebih tinggi yang mengalami kelainan refraksi (Khalaj dkk, 2009) begitu juga di Ethiopia (Kassa, 2000), di Singapura (Woo dkk, 2004), serta di kecamatan Tallo kota Makasar pada anak usia 3-6 tahun pada November 2010 cukup tinggi (Launardo, 2010).^{5, 8-10}

Miopia adalah salah satu kelainan refraksi pada mata yang memiliki tingkat prevalensi yang cukup tinggi di dunia. Dalam pengamatan selama beberapa dekade terakhir menunjukkan bahwa rata-rata prevalensi miopia telah mengalami peningkatan dan ada epidemi miopia di Asia. Di Cina prevalensi kebutaan oleh karena kelainan refraksi khususnya karena miopia menempati urutan terbesar yakni 21,6 % dibandingkan hipermetropia yang hanya 2,7 %. Dalam sebuah studi di Australia didapatkan bahwa 1 dari 10 (8,4%) anak-anak Australia berusia antara 4 sampai 12 tahun memiliki miopia lebih besar dari -0,50 dioptri. Di Brazil, sebuah studi tahun 2005 diperkirakan bahwa 6,4% orang usia antara 12 sampai 59 tahun memiliki miopia -1,00 dioptri atau lebih. Di Yunani, prevalensi miopia pada siswa usia antara 15-18 tahun sebesar 36,8%. Di Amerika, 1 dari 10 (9,2%) anak-anak yang berusia antara 5 sampai 17 tahun memiliki miopia.^{6, 11-14}

Di Indonesia prevalensi kelainan refraksi menempati urutan pertama pada penyakit mata. Kasus kelainan refraksi dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Ditemukan jumlah penderita kelainan refraksi di Indonesia hampir 25% populasi penduduk atau sekitar 55 juta jiwa. Menurut Suhardjo dkk (2008) prevalensi miopia pada anak usia sekolah dasar usia 7-12 tahun di Yogyakarta sebesar 3,69% di daerah pedesaan dan 6,39% di daerah perkotaan.¹⁵

Kelainan refraksi merupakan suatu kondisi yang memerlukan perhatian khusus terutama pada anak-anak usia sekolah. Karena apabila pada masa anak usia sekolah ini tidak dilakukan pemeriksaan dan koreksi terhadap kelainan refraksinya maka dapat berdampak negatif pada proses pembelajarannya dan perkembangan kecerdasan anak yang selanjutnya akan mempengaruhi mutu, kreativitas dan produktivitas angkatan kerja (15-55 tahun).^{2 16}

Beberapa penelitian menyatakan bahwa kelainan refraksi memiliki insiden yang lebih tinggi pada anak-anak dengan keterlambatan pertumbuhan. Insiden hipermetropia dan astigmatisma terjadi pada anak-anak yang perkembangannya terhambat, dan ada hubungan antara IQ yang rendah dengan hipermetropia dan IQ yang tinggi dengan miopia. Tetapi hubungan antara miopia dengan IQ yang tinggi ini ditolak oleh Young dkk yang menyatakan bahwa anak-anak dengan IQ yang tinggi memiliki kebiasaan membaca yang lebih baik dan lebih banyak dibandingkan anak-anak yang lain.¹⁷⁻²²

Telah lama diamati di negara yang berbeda (misalnya, Israel, Amerika Serikat, dan Selandia Baru) bahwa anak-anak dengan miopia memiliki skor *Intelligence Quotient* (IQ) yang tinggi pada saat dilakukan test IQ. Penjelasan tentang hubungan antara miopia dengan IQ yang tinggi masih kurang, tetapi ada beberapa hipotesis yang menjelaskan bahwa mungkin ada hubungan antara panjang aksial bola mata dengan perkembangan otak, atau bahwa miopia dan IQ dapat dipengaruhi oleh gen yang sama. Tetapi pada penelitian lain belum dapat dipastikan apakah ada hubungan antara IQ dengan miopia, sebab anak-anak dengan tes IQ yang lebih baik sering membaca lebih banyak dibandingkan anak lainnya. Saw dkk menyimpulkan bahwa IQ lebih tinggi pada anak sekolah dengan miopia, berhubungan dengan banyaknya buku yang dibaca per minggu.^{23, 24}

Berdasarkan hal tersebut diatas, Peneliti ingin mengamati tentang hubungan antara *Intelligence Quotient* (IQ) dengan kelainan refraksi pada anak usia sekolah di SDN Lesanpuro 2 Malang.

Pemilihan SDN Lesanpuro 2 Malang sebagai tempat penelitian berdasarkan pada beberapa alasan yaitu pertama beberapa penelitian tentang miopia dan IQ yang selama ini dilakukan banyak difokuskan pada anak-anak sekolah di daerah perkotaan atau dari latar belakang keluarga dengan ekonomi yang baik dan jarang dilakukan pada anak-anak di pedesaan atau dengan latar belakang ekonomi keluarga yang kurang baik, padahal setiap anak mempunyai kesempatan yang sama untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi. Yang kedua, tidak adanya fokus penelitian tentang refraksi seperti miopia dan IQ pada anak-anak pedesaan atau dengan latar belakang ekonomi keluarga yang kurang baik merupakan celah untuk tidak terdeteksinya kelainan miopia dan tingkat IQ sehingga ini menciptakan celah juga terhadap hilangnya masa

depan yang lebih baik pada anak-anak tersebut untuk lebih maju sesuai kemampuan yang mereka miliki yang seharusnya bisa di deteksi awal dan bisa diperbaiki sehingga harapan masa depan mereka bisa lebih baik seperti pada anak-anak perkotaan. Atas dasar beberapa alasan tersebut sehingga peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian di SDN dan SMPN Lesanpuro Malang karena sebagian besar anak-anak yang bersekolah di tempat tersebut berasal dari keluarga petani dan pekerja serabutan dengan ekonomi di bawah yang tidak mungkin untuk melakukan pemeriksaan refraksi dan IQ sendiri. Sekaligus membantu anak-anak tersebut bila mempunyai kelainan refraksi dengan bantuan kaca mata gratis dan dapat diperoleh data IQ yang penting untuk mengarahkan dan mendidik anak-anak tersebut pada jurusan yang sesuai dengan kemampuan masing-masing.

1.2. Rumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan *Intelligence Quotient* (IQ) dengan kelainan refraksi pada anak usia sekolah ?

1.3. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara *Intelligence Quotient* (IQ) dengan kelainan refraksi pada anak usia sekolah.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh melalui penelitian ini :

1. Mengetahui hubungan antara *Intelligence Quotient* (IQ) dengan kelainan refraksi pada anak usia sekolah.
2. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KELAINAN REFRAKSI.

2.1.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Refraksi Mata.

Saat lahir, bola mata relatif besar dan lebih pendek, dan akan mencapai ukuran yang sebenarnya sekitar usia 7-8 tahun. Ini akan membuat mata itu sangat hipermetropik. Pada anak yang normal biasanya ketajaman penglihatannya tidak akan mencapai 20/20 sampai usia 3-6 tahun.²⁵

Sebagian besar bayi saat lahir mengalami hipermetropia ringan. Hipermetropia tersebut secara perlahan-lahan berkurang sampai saat remaja, untuk mencapai emetropia (mata normal). Kelengkungan kornea jauh lebih curam dan mendatar saat lahir dan mendekati kelengkungan dewasa pada usia sekitar 1 tahun. Lensa jauh lebih sferis pada saat lahir dan mencapai bentuk dewasa pada usia sekitar 6 tahun. Panjang sumbu saat lahir adalah pendek (17,3 mm), kemudian terus memanjang dan stabil pada usia sekitar 10-15 tahun.²⁵

2.1.2 Macam Kelainan Refraksi

Cahaya dapat didefinisikan sebagai bagian dari spektrum elektromagnetik yang mata sensitif terhadapnya. Bagian yang dapat dilihat dari spektrum ini terletak pada panjang gelombang 390 nm hingga 760 nm. Agar mata dapat menghasilkan informasi visual yang akurat, cahaya harus difokuskan dengan tepat di retina. Fokus harus disesuaikan untuk menghasilkan pandangan yang sama jelas untuk objek dekat maupun jauh.²⁵

Interpretasi yang tepat mengenai informasi visual bergantung pada kemampuan mata memfokuskan berkas cahaya yang datang ke retina. Apabila berkas cahaya yang datang tidak tepat jatuh ke retina maka akan terjadi kelainan refraksi.²⁵

Ametropia merupakan suatu kondisi kelainan refraksi. Penyebab kelainan bisa diakibatkan kelainan pada *axial length* maupun kelainan daya refraksi media refrakta.⁹ Pada ametropia axial, panjang sumbu bola mata bisa lebih panjang dari normal (miopia) atau lebih pendek (hipermetropia). Pada ametropia refraktif,

panjang sumbu bola mata biasanya normal tetapi daya refraksi dari lensa maupun kornea tidak adekuat (hipermetropia) atau bahkan berlebihan (miopia). Untuk pembahasan selanjutnya kelainan refraksi dibagi menjadi 3 yaitu : miopia, hipermetropia dan astigmatisma.^{2, 25}

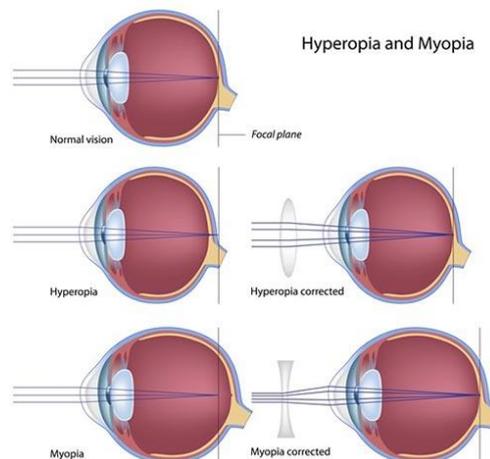
2.1.3 Definisi Kelainan Refraksi

Kelainan Refraksi adalah suatu kondisi yang terjadi dimana mata tidak dapat memfokuskan berkas cahaya dari obyek yang jauh tepat pada retina. Kelainan refraksi menghasilkan penglihatan kabur, dan kesulitan saat membaca atau melihat dekat, yang terkadang pada kondisi yang parah dapat menyebabkan gangguan penglihatan. Kelainan refraksi dibagi menjadi :²⁵

1. Miopia
2. Hipermetropia
3. Astigmatisma
4. Presbiopia

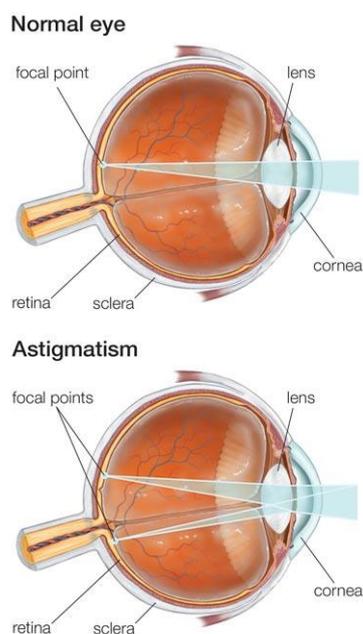
Hipermetropia adalah suatu ketidaksesuaian antara kekuatan refraksi dari media refrakta dengan panjang sumbu bola mata dimana berkas cahaya dari obyek jauh difokuskan di belakang retina dengan mata tanpa akomodasi.^{26, 27}

Miopia dapat didefinisikan sebagai ketidaksesuaian antara kekuatan refraksi dari media refrakta dengan panjang sumbu bola mata dimana berkas cahaya dari obyek jauh difokuskan di depan retina dengan mata tanpa akomodasi. Miopia dapat bertambah terus karena adanya pertumbuhan bola mata atau yang disebut juga dengan progresifitas miopia. Kondisi tersebut sering terjadi pada anak-anak, oleh karena masih adanya faktor pertumbuhan bola mata.²⁷



Gambar 1. Kelainan refraksi pada mata hipermetropia dan miopia.²⁷

Astigmatisma adalah suatu kondisi dengan kurvatura yang berlainan sepanjang meridian yang berbeda-beda pada satu atau lebih permukaan refraktif mata (kornea, permukaan anterior atau posterior dari lensa mata), akibatnya pantulan cahaya dari suatu sumber atau titik cahaya tidak terfokus pada satu titik di retina. Jika mata astigmatisma melihat gambaran palang, garis vertikal dan horizontalnya akan tampak terfokus tajam pada dua jarak pandang yang berbeda.²⁸



Gambar 2. Kelainan refraksi pada mata astigmatisma.²⁸

Presbiopia atau lebih dikenal dengan “mata tua”, merupakan suatu kondisi hilang atau berkurangnya kemampuan mata untuk membaca dekat, terkait dengan pertambahan usia dan merupakan perubahan yang bersifat alamiah. Kondisi ini terjadi karena berkurangnya kemampuan otot di dalam bola mata untuk mencembungkan lensa, yang diperlukan dalam proses membaca jarak dekat. Presbiopia umumnya mulai terjadi sejak usia 40 tahun. Sehubungan dengan hal tersebut karena dalam penelitian ini subyek penelitiannya adalah anak usia sekolah sehingga presbiopia tidak dibahas lebih lanjut.

2.1.4 Epidemiologi

Secara fisiologis semua mata adalah hipermetropia pada saat lahir. 80% hingga 90% mata didapati hipermetropia pada 5 tahun pertama kehidupan. Pada

usia 16 tahun, sekitar 48% mata didapati tetap hiperopik. Pada masa remaja, derajat hipermetropia akan berkurang karena panjang axial mata bertambah sehingga periode pertumbuhan berhenti. Pada masa itu, hipermetropia yang menetap akan menjadi relatif konstan sehingga munculnya presbiopia. Pada studi yang dilakukan di Amerika, 1 dari 8 anak (12,8%) antara usia 5 hingga 17 tahun adalah hipermetropia. Pada studi yang dilakukan di Polandia didapatkan 1 dari 5 anak (21%) antara usia 6 hingga 18 tahun hipermetropia, sedangkan pada studi di Australia didapatkan 4 dari 10 anak (38,4%) antara usia 4 hingga 12 tahun hipermetropia.^{5, 11, 29}

Miopia merupakan kelainan refraksi dengan prevalensi yang tinggi di dunia. Di negara maju penduduk yang menderita miopia biasanya lebih tinggi dibandingkan negara berkembang. Miopia meningkat terus dengan bertambahnya usia. Di Amerika Serikat, prevalensi miopia diperkirakan mencapai 3% pada anak usia 5-7 tahun, 8% pada anak usia 8-10 tahun, 14% pada anak usia 11-12 tahun, dan 25% di kalangan remaja usia 12-17 tahun. Pada kelompok etnis tertentu, kecenderungan yang sama juga terjadi, meskipun persentase di setiap kelompok usia mungkin berbeda. Anak etnis Tionghoa memiliki tingkat miopia yang jauh lebih tinggi pada semua usia. Sebuah studi nasional di Taiwan menemukan prevalensi adalah 12% pada usia 6 tahun dan 84% di kalangan remaja berusia 16-18 tahun. Tingkat yang sama juga ditemukan di Singapura dan Jepang.^{2, 30}

Astigmatisma merupakan kelainan refraksi yang sering terjadi. Menurut studi oleh Potter et al (2001) dan Read et al (2007), 13% dari pasien yang memakai kaca mata mempunyai kelainan astigmatisma. Meskipun astigmatisma belum pernah diteliti secara mendetail pada usia pra sekolah, prevalensinya dilaporkan meningkat bila dibandingkan dengan anak usia sekolah dan nilainya bervariasi pada masing-masing etnis. Astigmatisma lebih dari 0,5 D umumnya dialami pada usia dewasa, dan prevalensinya meningkat seiring dengan usia, yaitu dari 28% pada usia 40 tahunan dan 80% pada 80 tahunan. Di Indonesia, sebanyak 3% dari populasi mempunyai kelainan astigmatisma yang melebihi 3D, dan diperkirakan sebanyak 40 juta populasinya mempunyai kelainan astigmatisma. Tidak dilaporkan adanya perbedaan frekuensi terjadinya astigmatisma pada lelaki dan perempuan.^{2, 16, 31}

2.1.5 Etiologi

2.1.5.1. Hipermetropia

Hipermetropia dapat disebabkan oleh salah satu atau kombinasi dari faktor-faktor berikut ini, yaitu : panjang axial (diameter bola mata) mata yang kurang dari panjang axial mata normal, berkurangnya konveksitas dari kornea atau kurvatura lensa, berkurangnya indeks refraktif, serta berubahnya posisi lensa.²⁵

2.1.5.2. Miopia

Miopia dapat terjadi karena ukuran sumbu bola mata yang relatif panjang dan disebut sebagai miopia aksial. Dapat juga karena indeks bias media yang tinggi, atau akibat indeks refraksi kornea dan lensa yang terlalu kuat; dalam hal ini disebut sebagai miopia refraktif. Miopia akan terjadi karena bola mata tumbuh terlalu panjang pada saat masih bayi. Dikatakan bahwa semakin dini mata seseorang terkena sinar terang secara langsung, maka semakin besar kemungkinan mengalami miopia. Hal ini terjadi karena organ mata sedang berkembang dengan cepat pada tahun-tahun awal kehidupan.^{16, 25}

2.1.5.3 Astigmatisma

Astigmatisma bisa terjadi dengan kombinasi kelainan refraksi yang lain, yaitu miopia dan hipermetropia. Astigmatisma dapat dibagi menjadi astigmatisma kongenital, yang diduga kuat diturunkan secara autosomal dominan, dan astigmatisma *acquired* yang bisa terjadi setelah trauma atau jaringan parut pada kornea, penyakit mata yang termasuk tumor pada kelopak mata, insisi pada kornea atau karena faktor perkembangan mata. Astigmatisma tidak menjadi lebih parah dengan membaca di tempat yang kurang pencahayaan, duduk terlalu dekat dengan layar televisi atau menjadi juling.^{25, 28}

Jika distorsi terjadi pada kornea, disebut astigmatisma kornea, sedangkan jika distorsi terjadi pada lensa, disebut astigmatisma lentikular. Astigmatisma juga bisa terjadi karena traksi pada bola mata oleh otot-otot mata eksternal yang merubah bentuk sklera menjadi bentuk astigma, perubahan indeks refraksi pada vitreous, dan permukaan yang tidak rata pada retina.^{25, 28}

2.1.6 Faktor Resiko yang Mempengaruhi Kelainan Refraksi

2.1.6.1. Hipermetropia

a. Faktor genetik

Seperti halnya miopia, hipermetropia diduga merupakan kelainan yang diturunkan, namun faktor herediter memiliki peran yang lebih penting dibandingkan dengan lingkungan pada perkembangan *high hyperopia*.²⁸ Mutasi gen *membrane-type frizzled-related protein* (MFRP) telah diidentifikasi pada pasien dengan *pathologic high hyperopia* yang berhubungan dengan nanophthalmos atau microphthalmia. Meskipun begitu, apakah variasi pada MFRP mempunyai peranan pada *physiologic high hyperopia* masih belum jelas meskipun pada penelitian oleh Wang et al 2009 telah menemukan adanya MFRP 11 individu dengan hipermetropia (4 diantaranya *high hipermetropia*).^{16, 25}

b. Faktor lingkungan

Meskipun sedikit sekali penelitian yang meneliti faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi hipermetropia, pengkondisian lingkungan baca dengan cahaya yang cukup, serta suplemen nutrisi yang mencukupi untuk mata diduga dapat mengurangi *visual demand* pada pasien hipermetropia.^{16, 25, 31}

2.1.6.2. Miopia

Beberapa faktor resiko yang mempengaruhi terjadinya miopia adalah :^{11, 16, 25,}

30

a. Faktor genetik

Anak dengan orang tua yang miopia cenderung mengalami miopia. Prevalensi miopia pada anak dengan kedua orang tuanya miopia adalah 32,9 % berkurang sampai 18,2% pada anak dengan salah satu orang tuanya miopia dan kurang dari 8,3% pada anak dengan orang tua tanpa miopia. Penelitian oleh Tsai pada tahun 2007 telah menunjukkan adanya lokus genetik yang berhubungan dengan miopia patologik. Dari penelitian lain yang dilakukan pada mahasiswa kedokteran Chung San di Taiwan, diperoleh hasil bahwa orang dengan polimorfisme gen PAX6 akan

mengalami miopia yang ekstrim (>10 D), sedangkan orang yang tidak mempunyai gen ini hanya kan mengalami miopia tinggi (6-10 D). Penelitian yang dilakukan pada anak kembar yang mengalami miopia juga menunjukkan bahwa 50% faktor genetik mempengaruhi aksis bola mata yang lebih panjang.

b. Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan seringkali dihubungkan dengan terjadinya miopia dimana dalam hal ini faktor yang diduga berpengaruh adalah aktivitas dalam jarak dekat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wensor pada tahun 2009, didapatkan hasil orang-orang dengan pendidikan yang tinggi lebih banyak mengalami miopia. Penelitian lain oleh Konstantopoulous pada tahun 2008 yang dilakukan secara *cross sectional* menunjukkan bahwa miopia lebih banyak didapatkan pada orang-orang dengan pendidikan yang lebih tinggi. Suatu studi yang dilakukan pada komunitas nelayan di Hongkong oleh Wong et al pada tahun 1993, menunjukkan bahwa miopia sering terjadi pada subyek yang bersekolah, dengan resiko terbesar pada anak-anak yang masuk sekolah pada usia yang lebih muda dan anak-anak yang menghabiskan waktunya dengan membaca dan menulis. Penelitian oleh Guggenheim pada tahun 2007 di Singapura pada anak yang menghabiskan waktunya untuk membaca, bermain video game dan menggunakan komputer, lebih banyak mengalami miopia. Hasil penelitian ini sesuai dengan studi oleh Mutti et al pada tahun 1996 yang mengatakan bahwa terdapat peningkatan resiko terjadinya miopia pada individu yang aktivitasnya banyak menggunakan komputer. Individu dengan profesi yang banyak membaca seperti pengacara, dokter, pekerja dengan mikroskop, dan editor mengalami miopia derajat lebih tinggi.

c. Faktor Lingkungan

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perbedaan lingkungan juga cukup mempengaruhi prevalensi miopia.⁵⁻⁷ Suatu penelitian yang membandingkan gaya hidup anak dengan etnis Cina yang tinggal di Sydney dengan 682 anak dengan etnis yang sama di Singapura menunjukkan bahwa anak-anak yang tinggal di Singapura mengalami miopia dengan angka yang lebih tinggi (29%), dibandingkan dengan yang tinggal di Sydney

(3,3%). Padahal anak-anak di Sydney menghabiskan lebih banyak waktu dengan membaca buku tiap minggu dan melakukan aktivitas jarak dekat lebih lama dari yang tinggal di Singapura. Tetapi, anak-anak di Sydney juga menghabiskan waktu di luar rumah lebih banyak (13,75 jam per minggu) dibandingkan dengan anak-anak di Singapura (3,05 jam). Hal ini adalah faktor yang dianggap paling signifikan pada kedua grup yang berhubungan dengan miopia.

d. Umur

Status refraksi pada mata mengalami perubahan karena adanya peningkatan panjang sumbu bola mata dan pendataran kornea serta lensa. Secara umum mata hipermetropia setelah lahir dan menjadi sedikit lebih hipermetropia sampai usia 7 tahun, kemudian mengalami pergeseran miopia menjadi plano setelah bola mata mencapai ukuran dewasa pada usia sekitar 16 tahun. Perubahan kelainan refraksi bervariasi, tapi bila terdapat miopia sebelum usia 10 tahun, terdapat resiko lebih tinggi mengalami progresi menjadi high miopia.

Pada saat lahir, ukuran, bentuk dan kekuatan dari kornea, lensa dan panjang aksial bola mata ditentukan sebagian besar ditentukan oleh pewarisan orang tuanya meskipun lingkungan intrauterin dan tulang orbita juga ikut berperan.³⁰

Sumbu bola mata terlalu panjang akan menyebabkan miopia, atau terlalu pendek menyebabkan hipermetropia. Penyebab yang lebih jarang adalah kelainan refraksi yang disebabkan oleh ketidaksesuaian bentuk lensa. Lensa yang terlalu bulat akan menyebabkan miopia seperti pada sindroma Weill-Marchesani.³⁰

Beberapa bayi yang dilaporkan mengalami miopia saat lahir mengalami emetropisasi dalam tahun pertama maupun kedua. Beberapa anak dengan miopia sedang sampai berat akan mengalami penurunan besarnya miopia, meskipun jarang resolusi, dalam tahun pertama kehidupan. Pada sebagian besar kasus, miopia juvenile menggambarkan kegagalan emetropisasi yang kemudian mengalami progresi selama dewasa muda.³⁰

2.1.6.3 Astigmatisma

Mekanisme pasti yang mempengaruhi terjadinya astigmatisma sampai saat ini belum diketahui. Salah satu penjelasan yang dapat diterima adalah bahwa astigmatisma adalah kelainan refraksi yang diturunkan secara genetik. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor genetik terhadap perkembangan astigmatisma. Suatu penelitian yang dilakukan oleh Hammond et al, pada tahun 2001 menunjukkan adanya indikasi faktor keturunan dan faktor genetik yang bersifat autosomal dominan. Beberapa studi yang lain menunjukkan pula adanya pengaruh kuat dari faktor lingkungan terhadap perkembangan astigmatisma. Hal ini mungkin dapat dijelaskan dengan teori bahwa adanya paparan oleh lingkungan terhadap permukaan kornea yang dapat mempengaruhi bentuknya. Dari sini dapat disimpulkan bahwa baik faktor genetik maupun lingkungan mempunyai peran dalam perkembangan astigmatisma, namun mekanisme yang mendasarinya belum dapat dipastikan.

2.1.7 Klasifikasi Kelainan Refraksi

2.1.7.1 Miopia

Menurut tipe (bentuknya) miopia dikenal beberapa bentuk :^{11, 25, 30, 32}

1. Miopia Axial adalah miopia akibat diameter sumbu bola mata (diameter antero-posterior) lebih panjang. Dalam hal ini, terjadinya miopia akibat panjang sumbu bola mata (diameter antero-posterior) dari normal, dengan kelengkungan kornea dan lensa normal, refraktif power normal dan tipe mata ini lebih besar dari normal.
2. Miopia Kurvatura, diakibatkan oleh perubahan dari kelengkungan kornea & kelengkungan lensa. Dalam hal ini terjadinya miopia diakibatkan oleh perubahan dari kelengkungan kornea atau perubahan kelengkungan dari pada lensa seperti yang terjadi pada katarak intumesen dimana lensa menjadi lebih cembung sehingga pembiasan lebih kuat dengan ukuran bola mata normal.
3. Miopia Indeks Refraksi, bertambahnya indeks bias media penglihatan. Perubahan indeks refraksi atau miopia refraktif, bertambahnya indeks bias media penglihatan ini seperti yang terjadi pada penderita diabetes melitus sehingga pembiasan lebih kuat.

4. Perubahan posisi lensa, pergerakan lensa yang lebih ke anterior, antara lain seperti yang terjadi setelah operasi glaukoma.

Menurut derajat beratnya miopia dibagi dalam :^{11, 25, 30, 32}

1. Miopia ringan adalah miopia antara 1-3 dioptri.
2. Miopia sedang adalah miopia antara 3-6 dioptri.
3. Miopia tinggi adalah miopia lebih besar dari 6 dioptri.
4. Miopia sangat tinggi adalah miopia diatas 10 dioptri.

Menurut perjalanannya miopia dibedakan menjadi :^{11, 25, 30, 32}

- a. Miopia stasioner yaitu miopia yang menetap setelah dewasa
- b. Miopia progresif yaitu miopia yang bertambah terus pada usia dewasa akibat bertambah panjangnya bola mata
- c. Miopia maligna, yaitu miopia yang berjalan progresif, yang dapat mengakibatkan ablasi retina dan kebutaan atau disebut juga Miopia perniosa, miopia maligna atau miopia degeneratif

Berdasarkan usia miopia dibagi atas :^{11, 25, 30, 32}

1. Miopia Kongenital.

Merupakan miopia yang timbul sampai dengan usia 3 tahun dapat merupakan kelainan yang tersendiri ataupun menyertai kelainan kongenital lain dan dapat disertai atau tanpa kelainan fundus, dimana dalam perkembangan selanjutnya dapat statis ataupun progresif. Miopia kongenital yang terdapat pada prematur akan menghilang setelah beberapa bulan, kecuali miopia bila disertai retrolental fibroplasia.

2. Miopia Developmental.

Biasanya ditemukan antara usia 7 dan 10 tahun. Miopia developmental biasanya tidak terlalu berat dan lebih mudah untuk ditangani karena pasien lebih tua dan koreksi refraksinya tidak terlalu sulit.³⁰

2.1.7.2 Hipermetropia

Hipermetropia dapat diklasifikasikan berdasarkan gejala klinis, derajat beratnya hipermetropia, dan status akomodasi mata adalah sebagai berikut :^{16,}

^{25, 27}

Berdasarkan gejala klinis, hipermetropia dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Hipermetropia simpleks yang disebabkan oleh variasi biologi normal, etiologinya bisa axial atau refraktif
2. Hipermetropia patologik disebabkan oleh anatomi okular yang abnormal karena *eye maldevelopment*, penyakit okular, atau trauma
3. Hipermetropia fungsional disebabkan oleh paralisis dari proses akomodasi

Berdasarkan derajat beratnya, hipermetropia juga dibagi menjadi tiga yaitu:

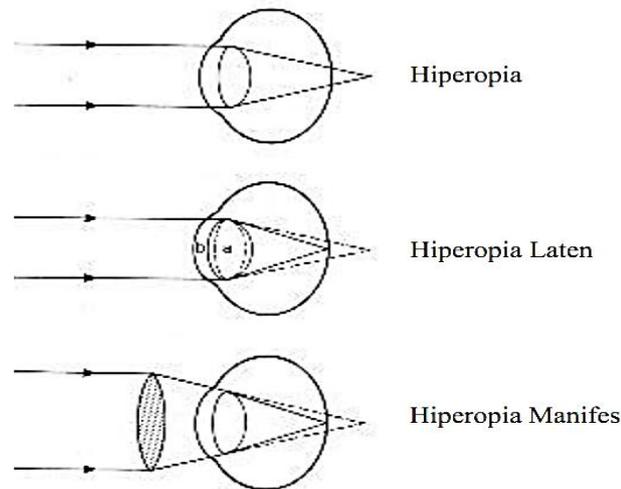
1. Hipermetropia ringan, kesalahan refraksi +2.00 D atau kurang
2. Hipermetropia sedang, kesalahan refraksi antara +2.25 D hingga +5.00 D
3. Hipermetropia berat, kesalahan refraksi +5.25 D atau lebih tinggi

Berdasarkan status akomodasi mata, hipermetropia dibagi menjadi empat yaitu :

1. Hipermetropia Laten
 - Merupakan sebagian dari keseluruhan dari kelainan refraksi mata hipermetropia yang dikoreksi secara lengkap oleh proses akomodasi mata
 - Hanya bisa dideteksi dengan menggunakan sikloplegia
 - Lebih muda seseorang yang hipermetropia, lebih laten hipermetropia yang dimilikinya
2. Hipermetropia Manifes
 - Hipermetropia yang dideteksi lewat pemeriksaan refraksi rutin tanpa menggunakan sikloplegia
 - Bisa diukur derajatnya berdasarkan jumlah dioptri lensa positif yang digunakan dalam pemeriksaan subyektif
3. Hipermetropia Fakultatif
 - Merupakan hipermetropia yang bisa diukur dan dikoreksi dengan menggunakan lensa positif, tapi bisa juga dikoreksi oleh proses akomodasi pasien tanpa menggunakan lensa
 - Semua hipermetropia laten adalah hipermetropia fakultatif
 - Akan tetapi, pasien dengan hipermetropia laten akan menolak pemakaian lensa positif karena akan mengaburkan penglihatannya.
 - Pasien dengan hipermetropia fakultatif bisa melihat dengan jelas tanpa lensa positif tapi juga bisa melihat dengan jelas dengan menggunakan lensa positif
4. Hipermetropia Absolut

- Merupakan hipermetropia yang tidak bisa dikoreksi dengan proses akomodasi
- Penglihatan jarak jauh juga bisa menjadi kabur terutama pada usia lanjut.

Hipermetropia Total bisa dideteksi setelah proses akomodasi diparalisis dengan agen sikloplegia.²⁵

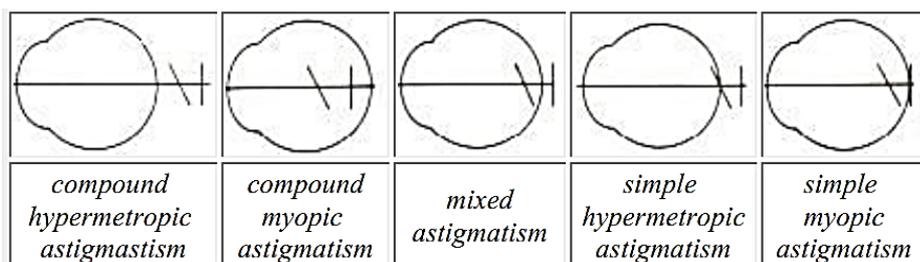


Gambar 3. Klasifikasi Hipermetropia berdasarkan status akomodasi mata.²⁵

2.1.7.3 Astigmatisma

Beberapa tipe astigmatisma adalah :^{16, 25, 28}

1. Astigmatisma hipermetropia simpleks, dimana satu meridian prinsipal adalah emmetropik; yang satu lagi hiperopik.
2. Astigmatisma miopia simpleks, dimana satu meridian prinsipal adalah emmetropik; yang satu lagi miopik.
3. Astigmatisma hipermetropia kompositus, dimana kedua meridian prinsipal hiperopik pada derajat yang berbeda.
4. Astigmatisma miopia kompositus, dimana kedua meridian prinsipal miopik pada derajat yang berbeda.
5. Astigmatisma mikstus, dimana satu meridian prinsipal adalah hiperopik, yang satu lagi miopik.



Gambar 4. Tipe-tipe Astigmatisma.¹⁶

Menurut bentuknya, astigmatisma dapat bersifat : ^{5, 16, 25}

1. *Regular*. Pada astigmatisma ini meridian-meridian prinsipal saling tegak lurus antara satu dengan yang lainnya. Kondisi ini bisa dikoreksi dengan lensa silinder
2. *Iregular*. Pada astigmatisma jenis ini meridian-meridian prinsipal tidak saling tegak lurus antara satu dengan yang lainnya, biasanya disebabkan oleh ketidakrataan kurvatura kornea. Tidak bisa dikoreksi dengan sempurna dengan lensa silinder
3. *Oblique*, di sini meridian-meridian prinsipal berada antara sudut 30° hingga 60° atau antara sudut 150° hingga 180°
4. *Symmetrical*. Pada astigmatisma jenis ini meridian-meridian prinsipal setiap mata berada pada posisi simetris dari deviasi garis median. Jika aksis dari setiap mata dikoreksi dengan lensa silinder dengan tanda yang sama dan jumlah sudutnya 180°, astigmatisma itu simetris. Variasi maksimum yang bisa ditoleransi sebesar 15°. Contoh *symmetrical astigmatism*: O.D. : - C X 60°, O.S. : - C X 120°
5. *Asymmetrical*, di sini tidak ada hubungan simetris dari meridian-meridian prinsipal dari garis median. Kepala yang dimiringkan seringkali disebabkan oleh *asymmetrical astigmatism* ataupun *oblique*. Ini adalah salah satu jenis tortikolis tipe okular, yang akan hilang jika astigmatismanya dikoreksi dengan benar. *Asymmetrical astigmatism* lebih jarang dibandingkan dengan *symmetrical astigmatism*. Contoh *asymmetrical astigmatism*: O.D. : - C X 120°, O.S. : - C X 180°
6. *With-the-rule astigmatism* (WTR), di sini meridian vertikal dari mata mempunyai kurvatura yang terbesar antara sudut 60° hingga 120°. Kondisi ini dikoreksi dengan silinder negatif 180° atau silinder positif 90°
7. *Against-the-rule astigmatism* (ATR), di sini meridian horizontal dari mata mempunyai kurvatura yang terbesar antara sudut 0° hingga 30° dan 150°

hingga 180°. Kondisi ini dikoreksi dengan silinder negatif 90° atau dengan silinder positif 180°. ATR lebih jarang dibandingkan dengan WTR.

2.1.8. Komplikasi Miopia

Pada miopia dapat terjadi berbagai macam komplikasi, terutama bila tidak tertangani dengan baik, antara lain :

- a. Ablasio retina terutama pada miopia tinggi
- b. Strabismus
 - 1). Esotropia bila miopia cukup tinggi dan bilateral
 - 2). Eksotropia pada miopia dengan anisometropia
- c. Ambliopia terutama pada miopia dengan anisometropia.²⁴⁻²⁶

2.1.9. Pemeriksaan Pasien Dengan Miopia

Pemeriksaan pasien dengan miopia dibagi menjadi 2 yaitu:

- a. Pemeriksaan subjektif : ketajaman penglihatan jarak jauh (Snellen) & jarak dekat (Jaeger), pemeriksaan koreksi kacamata *trial & error*.
- b. Pemeriksaan objektif dengan : Retinoskopi, funduskopi, refraktometer.²⁴⁻²⁶

2.1.10. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan kelainan refraksi miopia dapat dikerjakan dengan tindakan sebagai berikut :

- a. Kacamata.

Kacamata masih merupakan metode paling aman untuk memperbaiki refraksi. Keuntungan kacamata pada orang miopia adalah kemampuannya untuk membaca huruf-huruf cetak yang paling kecil tanpa memakai kacamata walaupun usianya lebih lanjut. Kerugian memakai kacamata pada mata dengan miopia :

- 1). Walaupun kaca mata memberikan perbaikan penglihatan tapi akan bertambah berat bila ukuran bertambah, selain mengganggu penampilan atau kosmetik.
- 2). Ukuran benda yang dilihat akan lebih kecil dari sesungguhnya, setiap - 1.00 dioptri akan memberi kesan pengecilan benda 2%.
- 3). Bila memakai kaca mata dengan kekuatan -10.00 D maka akan terjadi pengecilan sebesar 20%.
- 4). Tepi gagang disertai tebalnya lensa akan mengurangi lapang pandangan pada bagian tepi.

b. Lensa Kontak.

Lensa kontak keras, yang terbuat dari polimetilmetakrilat, merupakan lensa kontak pertama yang benar-benar berhasil dan memperoleh penerimaan yang luas sebagai pengganti kaca mata. Pengembangan selanjutnya antara lain adalah *rigid glass permeable*, yang terbuat dari asetat bultirat selulosa, silikon, atau berbagai polimer plastik dan silikon; dan lensa kontak lunak, yang terbuat dari bermacam-macam plastik hidrogel, yang semuanya menghasilkan kenyamanan yang lebih baik tetapi resiko penyulit lebih besar.

Lensa kontak lunak, memiliki bentuk yang lebih lentur, mengadopsi bentuk kornea pasien. Dengan demikian, daya refraksinya hanya pada perbedaan antara kelengkungan depan dan belakang, dan lensa ini hanya sedikit mengoreksi astigmatisme kornea kecuali apabila disertakan koreksi silindris.

Lensa kontak mengurangi masalah penampilan atau kosmetik akan tetapi perlu diperhatikan kebersihan dan ketelitian pemakaiannya. Selain masalah pemakaiannya, perlu diperhatikan masalah lama pemakaian, infeksi dan alergi terhadap bahan yang dipakai.

c. Bedah Keratorefraktif

Bedah Keratorefraktif mencakup serangkaian metode untuk mengubah kelengkungan permukaan anterior mata. Adalah tidak mungkin untuk memendekkan bola mata pada miopia. Pada keadaan tertentu miopia dapat diatasi dengan pembedahan pada kornea.

Pada saat ini terdapat berbagai cara pembedahan pada miopia seperti :

- 1). Keratotomi radial, *Radial Keratotomy* (RK)

- 2). Keratotomi fotorefraktif, *Photorefractive Keratotomy* (PRK)
- 3). *Laser Assisted in Situ Interlameral Keratomileusis* (LASIK).²⁴⁻²⁶

2.2. Intelegensi dan *Intelligence Quotient* (IQ)

2.2.1. Definisi

Intelegensi adalah perwujudan dari suatu daya dalam diri manusia, yang mempengaruhi kemampuan seseorang di berbagai bidang. Intelegensi mencakup berbagai kemampuan kognitif dan psikolinguistik. Untuk mendefinisikan intelegensi secara benar memang agak sulit. Spearman membuat suatu rumusan yang dinamai "*general ability*" yang berperan dalam menyimpan dan mengikat kembali suatu informasi, menyusun konsep-konsep, menangkap adanya hubungan-hubungan dan membuat kesimpulan, mengolah bahan-bahan dan menyusun suatu kombinasi baru dari bahan tersebut.³⁰⁻³⁵

Vernon (1973) ada tiga arti mengenai intelegensi, pertama intelegensi adalah kapasitas bawaan yang diterima oleh anak dari orang tuanya melalui gen yang nantinya akan menentukan perkembangan mentalnya. Kedua, istilah intelegensi mengacu pada pandai, cepat dalam bertindak, bagus dalam penalaran dan pemahaman, serta efisien dalam aktifitas mental. Arti ketiga dari intelegensi adalah umur mental atau IQ atau skor dari suatu tes intelegensi.³⁰⁻³⁵

Colom dkk mendefinisikan intelegensi sebagai kemampuan mental umum yang menyangkut penalaran, pemecahan masalah, dan belajar. Dia menggambarkan intelegensi sebagai fungsi yang menggabungkan fungsi kognitif seperti persepsi, perhatian, memori, bahasa, atau perencanaan integratif.³⁰⁻³⁵

Anastasi dan Urbina (2007) mendefinisikan tes psikologis sebagai alat ukur yang objektif dan distandardisasikan atau dibakukan pengukurannya berdasarkan contoh perilaku tertentu. Hasil dari tes psikologis akan memberikan informasi mengenai aspek-aspek psikologis dari individu yang menjadi peserta tes. Beberapa jenis tes psikologis yaitu tes intelegensi, tes bakat, dan tes kepribadian.³⁰⁻³⁵

Berbagai ahli mengemukakan pendapatnya mengenai intelegensi. Terman mendefinisikan intelegensi sebagai kemampuan untuk berpikir abstrak. Flynn (1996) memberikan defisini yang serupa. Menurutnya, intelegensia merupakan

kemampuan seseorang untuk berfikir secara abstrak dan kesiapannya untuk belajar dari pengalaman.³⁰⁻³⁵

Binet dan Simon (2010) selanjutnya mengatakan bahwa inteligensi terdiri dari tiga komponen. Ketiga komponen tersebut adalah kemampuan untuk mengarahkan pikiran atau tindakan, kemampuan untuk mengubah arah tindakan bila tindakan tersebut telah dilakukan, dan kemampuan untuk mengkritik atau meng-koreksi diri sendiri.³⁰⁻³⁵

Wechsler (2010) mengemukakan bahwa inteligensi merupakan kumpulan atau totalitas kemampuan seseorang. Totalitas tersebut mencakup kemampuan untuk bertindak dengan tujuan tertentu, kemampuan berpikir secara rasional, dan kemampuan untuk menghadapi lingkungannya secara efektif.³⁰⁻³⁵

Cattell (1971) berpendapat bahwa inteligensia secara umum terdiri dari dua faktor, yaitu *fluid intelligence* dan *crystalized intelligence*. *Fluid intelligence* merupakan kapasitas seseorang untuk berpikir secara logis dan menyelesaikan masalah dalam situasi yang baru, dan mandiri dalam mengumpulkan pengetahuan yang dibutuhkan. Termasuk di dalamnya yaitu kemampuan untuk menganalisis permasalahan-permasalahan baru, mengidentifikasi pola-pola dan hubungan-hubungan antar masalah, serta membuat perhitungan secara logis. Termasuk di dalam *fluid intelligence* yaitu kemampuan untuk menggunakan gaya berpikir deduktif maupun induktif. Sedangkan *crystalized intelligence* merupakan kemampuan seseorang untuk menggunakan keterampilan, pengetahuan, dan pengalamannya. Hal ini membuat *crystalized intelligence* pada umumnya akan berkembang sesuai dengan penambahan usia seseorang. *Crystalized intelligence* diidentifikasi dari keluasan dan kedalaman pengetahuan umum yang dimiliki seseorang, kosa kata, dan kemampuan untuk berpikir menggunakan kata-kata maupun angka. *Crystalized intelligence* merupakan produk dari pendidikan dan pengalaman seseorang dalam interaksinya dengan *fluid intelligence*.³⁰⁻³⁵

Para ahli mengembangkan berbagai pengukuran inteligensi atau tes inteligensi. Tes inteligensi secara umum dapat didefinisikan sebagai tes yang mengungkap kemampuan mental seseorang. Alat tes psikologi digunakan untuk mengungkap aspek psikologis seseorang, oleh karena itu prosedur dan alat-alat yang digunakan dalam pemeriksaan psikologis sangat tergantung pada aspek psikologis dan perilaku yang hendak diperiksa. Berdasarkan aspek psikologis

yang diukur alat-alat psikologis dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain yaitu tes kecerdasan, tes bakat, tes kepribadian dan tes minat. Salah satu alat tes tersebut di atas adalah tes Intelligensi. Tes intelligensi sangat besar manfaatnya dalam dunia pendidikan. Intelligensi sendiri diartikan sebagai kemampuan untuk berpikir secara abstrak, kemampuan untuk belajar, kemampuan beradaptasi dengan lingkungan.³⁰⁻³⁵

Intelligensi seringkali disalahartikan sama dengan *Intelligence Quotient* (IQ), padahal IQ adalah skor atau tingkat kemampuan individu pada saat tertentu dan berdasarkan norma usia tertentu. Tes intelligensi digunakan untuk mengkategorisasikan kemampuan akademik anak sekolah. Tes intelligensi bertindak sebagai penyaringan pendahuluan bagi anak untuk ditempatkan pada kelompok kelas tertentu. Anak-anak yang mengalami keterbelakangan mental atau bahkan anak yang memiliki kecerdasan tinggi dapat dimasukkan dalam kelompok kelas khusus. Anak terbelakang mental yang biasanya memiliki IQ di bawah 70 menurut skala Weschler dimasukkan ke Sekolah Luar Biasa (SLB), sedangkan anak normal di sekolah reguler biasa dan anak yang memiliki kecerdasan tinggi (jenius/berbakat) dimasukkan dalam kelas unggulan untuk mendapat program pengayaan atau percepatan. Tes intelligensi juga berguna untuk mendiagnosa faktor-faktor penyebab kegagalan di sekolah. Orang tua dan guru mungkin mendapatkan anak yang mengalami kesukaran belajar dan prestasi akademiknya rendah. Anak yang demikian, perlu dites intelligensinya untuk memastikan kapasitas kemampuannya. Kesukaran belajar dan prestasi akademik yang rendah dapat disebabkan oleh intelligensi atau faktor lain misalnya motivasi, keterbatasan fisik, kondisi psikis, lingkungan yang kurang mendukung, maupun dukungan dari orang tuanya.³⁰⁻³⁶

Tes intelligensi dalam aplikasinya yang luas, ternyata dapat digunakan untuk seleksi masuk sekolah maupun seleksi masuk kerja. Kapasitas intelektual selalu menjadi salah satu pertimbangan seseorang diterima atau tidak. Biasanya juga diikuti oleh prestasi akademik yang diperolehnya. Kapasitas intelektual diyakini dapat berpengaruh terhadap kemampuan berpikir logis, kemampuan menganalisa, dan kemampuan memecahkan masalah dalam pekerjaan. Walaupun demikian, faktor intelligensi saja kiranya tidak cukup bila tidak didukung oleh faktor-faktor non intelegentif seperti bakat, minat, motivasi, cara kerja, dan kepribadian.³⁰⁻³⁶

2.2.3. Jenis Tes Intelegensi (*Intelligence Quotient (IQ)*)

Tes Intelegensi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan umum seseorang untuk memperkirakan apakah suatu pendidikan atau pelatihan tertentu dapat diberikan kepadanya. Nilai tes intelegensi seringkali dikaitkan dengan umur dan menghasilkan IQ untuk mengetahui bagaimana kedudukan relative orang yang bersangkutan dengan kelompok orang sebayanya.³⁰⁻³⁵

Sampai saat ini sudah banyak tes inteligensi yang disusun oleh para ahli baik tes intelegensi untuk anak-anak maupun orang dewasa, tes inteligensi yang disajikan secara individual maupun secara kelompok, tes verbal dan tes performansi, dan tes inteligensi untuk orang cacat khusus misalnya tuna rungu dan tuna netra.

Beberapa bentuk tes inteligensia antara lain :

- a. Tes inteligensi untuk anak-anak (tes Binet, WISC, WPPSI, CPM, CFIT skala 1 & 2, dan TIKI dasar).
- b. Tes inteligensi untuk remaja - dewasa (TIKI menengah, TIKI tinggi, WAIS, SPM, APM, CFIT skala 3).
- c. Tes inteligensi untuk tuna rungu (SON).³⁰⁻³⁵

Hasil tes inteligensi pada umumnya berupa IQ (*Intelligence Quotient*), namun ada juga tes inteligensi yang tidak menghasilkan IQ yaitu berupa tingkat/grade (Raven). Istilah IQ pertama sekali dikemukakan pada tahun 1912 oleh William Stern, seorang ahli psikologi berkebangsaan Jerman. Kemudian oleh Lewis Madison Terman istilah tersebut digunakan secara resmi untuk hasil tes inteligensi *Stanford Binet Intelligence Scale* di Amerika Serikat pada tahun 1916. Perhitungan IQ menurut William Stern menggunakan rasio antara MA dan CA, dengan rumus :

$$IQ = (MA/CA) \times 100$$

- MA adalah *mental age*
- CA adalah *chronological age*,
- 100 adalah angka konstan.³⁰⁻³⁵

Terman dan Merrill mengklasifikasikan inteligensi berdasarkan standarisasi tes inteligensi *Stanford Binet* tahun 1937, sebagai berikut :

- *Very Superior* 140 ke atas
- *Superior* 120 – 139
- *High Average* 110 – 119
- *Normal or Average* 100 – 109
- *Low Average* 80 – 89
- *Borderline Defective* 60 – 79
- *Mentally Retardation* 30 – 69.³⁰⁻³⁵

a. Tes Binet Simon.

Tes Binet Simon adalah tes inteligensia yang pertama sekali dipublikasikan pada tahun 1905 di Paris- Prancis, untuk mengukur kemampuan mental seseorang. Alfred Binet menggambarkan inteligensia sebagai sesuatu yang fungsional, inteligensia menurut Binet atas tiga komponen yaitu kemampuan untuk mengarahkan pikiran atau tindakan, kemampuan untuk mengubah arah tindakan bila tindakan tersebut telah dilaksanakan dan kemampuan untuk mengkritik diri sendiri. Tes Binet yang digunakan di Indonesia saat ini adalah *Stanford Binet Intelligence Scale Form L-M*, yaitu revisi ketiga dari Terman dan Merrill pada tahun 1960.³⁰⁻³⁵

b. WISC, WPPSI, WAIS

Wechsler menyusun tes untuk anak umur 8 – 15 tahun, yaitu *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC) pada tahun 1949. Pada tahun 1963 dipublikasikan *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence* (WPPSI) untuk anak usia 4 – 6,5 tahun. Hasil tes Wechsler berupa verbal IQ, performance IQ dan full IQ, Wechsler menggunakan IQ deviasi dengan mean = 100 dan SD = 15. Materi tes Wechsler adalah sebagai berikut :

1) WPPSI

- *Verbal* (Informasi, perbendaharaan kata, hitungan, persamaan,

pengertian, rentangan angka),

- *Performance* (rumah hewan, melengkapi gambar, mazes, desain geometri, rancangan balok, rumah hewan ulangan).

2) WISC:

- *Verbal* (informasi, pengertian, hitungan, persamaan, perbendaharaan kata, rentangan angka),
- *Performance* (melengkapi gambar, mengatur gambar, rancangan, balok, merakit obyek, simbol, mazes).

3) WAIS:

- *Verbal* (informasi, pengertian, hitungan, persamaan, rentangan angka, perbendaharaan kata),
- *Performance* (simbol angka, melengkapi gambar, rancangan balok, mengatur gambar, merakit obyek).³⁰⁻³⁵

c. Tes Raven atau *Raven Progressive Matrices* (RPM)

Tes *Raven* atau *Raven Progressive Matrices* (RPM) merupakan tes inteligensia yang dapat disajikan secara kelompok maupun individual. Materi tes ini berupa gambar dengan sebagian yang terpotong. Tugas subyek adalah mencari potongan yang cocok untuk gambar tersebut dari alternatif potongan-potongan yang sudah disediakan. Dari tes Raven tidak ditemukan IQ seseorang melainkan taraf inteligensi yang dibagi dalam grade 1 sampai grade V yang ditentukan berdasar persentil. Pertama kali Raven menyusun *Standart Progressive Matrices* (SPM), dapat dikenakan untuk semua umur. Karena kebutuhan tes untuk anak-anak disusun *Coloured Progressive Matrices* (CPM) untuk anak-anak umur 5 – 11 tahun, CPM juga dikenakan pada orang tua atau lanjut usia di atas 60 tahun dengan pendidikan rendah atau menengah. Karena kebutuhan tes untuk orang-orang yang di atas normal (superior) disusun *Advanced Progressive Matrices* (APM).³⁰⁻³⁵

d. Snijders Oomen Non Verbal Scale (SON).

Tes inteligensi yang nonverbal ini digunakan untuk usia 3 – 16 tahun, normal dan tunarungu. SON dirancang sejak tahun 1939 – 1942, di Amsterdam, kemudian dilakukan revisi-revisi.³⁰⁻³⁵

e. Culture Fair Intelligence Test (CFIT).

Disusun oleh R. B. Cattell terdiri dari 3 bentuk yaitu :

- 1) Skala 1 untuk anak usia 4 tahun – 8 tahun,
- 2) Skala 2 untuk anak usia 8 tahun – 14 tahun atau dewasa rata-rata,
- 3) Skala 3 untuk anak usia 14 tahun atau murid SLTA ke atas atau dewasa superior.

Skala 1 dipergunakan untuk mengukur inteligensi kecerdasan anak-anak berumur 4 - 8 tahun dan orang-orang yang lebih tua namun memiliki kesulitan belajar. Skala 2 dipergunakan untuk mengukur inteligensi anak-anak yang berusia 8 - 14 tahun dan orang dewasa yang memiliki kecerdasan normal. Skala 3 dipergunakan untuk mengukur inteligensi orang berusia 14 tahun ke atas dan orang dewasa yang memiliki taraf kecerdasan superior. Skala CFIT 2 dan skala CFIT 3 memiliki bentuk paralelnya, yaitu form A dan form B. Hal ini membuat skala CFIT 2 terdiri dari CFIT 2A dan 2B, sedangkan skala CFIT 3 terdiri dari CFIT 3A dan 3B.³⁰⁻³⁵

Cattell (1973) selanjutnya menyebutkan bahwa skala CFIT 3A dan 3B terdiri dari 4 subtes. Subtes-subtes tersebut yaitu *series*, *classification*, *matrices*, dan *conditions* atau *topology*. Masing-masing tes harus dikerjakan dalam waktu yang telah ditetapkan. Peserta tes atau testi dipebolehkan mengerjakan tes setelah mendapatkan aba-aba dari testir. Testi selanjutnya harus berhenti mengerjakan tes pada saat testir memerintahkan untuk berhenti. Cara menjawab tes ini yaitu dengan cara memberikan tanda centang pada lembar jawaban CFIT.³⁰⁻³⁵

Cattell (1961) menyebutkan bahwa pengerjaan skala 1 sebenarnya tidak dibatasi oleh waktu. Testi umumnya dapat menyelesaikan skala 1 dalam waktu 22 menit. Skala 2 dan skala 3 pada sisi lain pengerjaannya dibatasi. Kedua skala

tersebut hanya diberi waktu pengerjaan selama 12,5 menit. Rinciannya yaitu *series* dikerjakan selama 3 menit, *classification* dikerjakan selama 4 menit, *matrices* dikerjakan selama 3 menit, dan *conditions* atau *topology* dikerjakan selama 2,5 menit. Batasan waktu di atas digunakan baik untuk form A maupun form B.³⁰⁻³⁵

Cattell (1961) juga mengatakan bahwa CFIT 3A hendaknya dikerjakan lebih dahulu daripada CFIT 3B. Masing-masing tes akan menghasilkan *raw score* yang kemudian diubah menjadi angka inteligensia dengan menggunakan norma yang sudah ada. *Raw score* dari kedua skala juga dapat digabungkan, sehingga menghasilkan *raw score* gabungan. *Raw score* gabungan tersebut selanjutnya diubah menjadi angka inteligensia total dengan menggunakan norma yang sudah tersedia.³⁰⁻³⁵

CFIT selanjutnya disebut sebagai tes yang *culture fair* atau adil budaya, karena CFIT relatif bebas dari pengaruh tingkat pendidikan dan budaya dari testi (Cattell dan Cattell, 1973). Hal ini membuat CFIT relatif lebih mudah digunakan di berbagai negara yang memiliki budaya berbeda-beda tanpa harus melakukan adaptasi budaya terlebih dahulu. Kondisi ini menjadi kelebihan yang dimiliki oleh CFIT. Kelebihan tersebut tidak dimiliki oleh tes inteligensi yang dikemukakan oleh Wechsler.³⁰⁻³⁵

Kelebihan yang dimiliki CFIT membuat para ahli masih terus menggunakan tes tersebut di dalam penelitiannya. Austin, Hofer, Deary dan Eber (2000) menggunakan CFIT untuk meneliti interaksi antara kepribadian dengan inteligensia. Hasil penelitiannya antara lain menemukan bahwa peningkatan inteligensia berbanding positif dengan peningkatan kecenderungan kecemasan (*neuroticism*) seseorang.³⁰⁻³⁵

Gupta (1991) juga meneliti pengaruh kepribadian terhadap inteligensi. Variabel independen lain yang digunakannya adalah waktu pengetesan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kepribadian ternyata tidak mempengaruhi hasil tes CFIT. Hasil tes CFIT justru dipengaruhi oleh waktu pengerjaannya. Subjek yang mengerjakan CFIT di pagi hari ternyata mendapatkan skor rata-rata yang lebih tinggi dari mereka yang mengerjakan CFIT di siang atau sore hari.³⁰⁻³⁵

Furlow, Armijo-Prewitt, Gangestad, dan Thornhill (1997) kemudian meneliti hubungan ketidaksimetrisan tubuh dengan inteligensia. Mereka menggunakan CFIT untuk mengukur inteligensia. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa ketidaksimetrisan tubuh ternyata memiliki hubungan negatif dengan inteligensia. Hal ini membuat mereka kemudian menyimpulkan bahwa meningkatkan kualitas lingkungan perkembangan seseorang akan meningkatkan inteligensinya.³⁰⁻³⁵

Colom dan Garcia-Lopez (2002) selanjutnya meneliti pengaruh perbedaan jenis kelamin terhadap hasil tes inteligensi dari tiga jenis tes inteligensi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa hanya CFIT yang menunjukkan tidak ada perbedaan tingkat inteligensi antara laki-laki dan wanita.³⁰⁻³⁵

Kelebihan tersebut membuat Colom dan Garcia-Lopez (2003) kembali menggunakan CFIT untuk meneliti kecenderungan kenaikan inteligensi dari siswa sekolah menengah atas dan lulusan sekolah menengah atas di Spanyol. Hasil penelitiannya menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan inteligensi secara umum dari kedua jenis kelamin subjek penelitian tersebut.³⁰⁻³⁵

Rummsayer dan Brandler (2002) juga menggunakan CFIT untuk meneliti otak. Mereka meneliti hubungan antara inteligensi dengan indikator psikofisik dari resolusi sementara di dalam otak. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa mekanisme otak secara spesifik terlibat di dalam diskriminasi interval pemrosesan informasi yang cepat pada mereka yang memiliki inteligensi lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme tersebut dapat dipergunakan sebagai indikator inteligensi atau kecerdasan yang cukup sensitif.³⁰⁻³⁵

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, maka peneliti menggunakan CFIT untuk mengukur inteligensi di dalam penelitian ini. Hal ini karena CFIT relatif adil budaya dan dapat dipergunakan tanpa harus diadaptasi terlebih dahulu. CFIT juga masih dipercaya oleh para ahli, sehingga mereka masih menggunakan CFIT untuk mengukur inteligensi di dalam penelitian-penelitiannya.³⁰⁻³⁵

Tes CFIT sendiri menurut Cattell dan Cattell (1973) sebenarnya cukup dikerjakan dengan cara memberikan tanda centang pada lembar jawaban CFIT. Penggunaan lembar jawaban komputer membuat waktu yang dapat dipergunakan testi untuk berpikir dan menyelesaikan masalah menjadi berkurang, karena testi juga harus meluangkan waktu untuk menghitamkan bulatan alternatif jawaban yang dipilihnya. Kondisi ini berpotensi mempengaruhi hasil tes inteligensi.³⁰⁻³⁵

f. *Intelligenz Struktur Test (IST).*

Tes untuk mengukur tingkat inteligensi seseorang yang lain adalah *Intelligenz Struktur Test (IST)* yang merupakan alat tes inteligensi yang dikembangkan oleh Rudolf Amthauer di Frankfurt Main Jerman pada tahun 1953 dan telah diadaptasi di Indonesia. Menurut Amthauer (1973) IST merupakan instrumen yang dapat dipercaya untuk menentukan inteligensi seseorang. Melalui tes ini dapat diketahui tidak saja taraf inteligensi atau *intelligenz-Niveau* seseorang, melainkan juga gambaran tentang struktur inteligensinya. Instrumen ini dibuat terutama untuk pemeriksaan klasikal, meskipun bisa juga digunakan untuk pemeriksaan individual. IST merupakan metode eksak untuk studi eksperimental tentang struktur inteligensinya tentang inteligensi dan bakat, maupun untuk semua pemeriksaan diagnostik psikologik. Berkaitan dengan nilai prognosis, IST dapat menjawab persoalan pendidikan yaitu pemilihan jurusan di SMU maupun Universitas, karena melalui tes ini bakat utama seseorang dapat diketahui dengan jelas. Tes ini juga dapat digunakan untuk semua pemeriksaan dalam rangka melihat kecocokan (*Eignungsuntersuchungen*) dan konseling, juga pada pemilihan pekerjaan, pindah kerja dan pindah jurusan sekolah.³⁴⁻³⁵

Intelligenz Struktur Test (IST) berdasarkan pada teori inteligensi yang menyatakan bahwa inteligensi merupakan suatu *gestalt* yang terdiri dari bagian-bagian yang saling berhubungan secara bermakna.³⁴⁻³⁵

Intelligenz Struktur Test (IST) memuat 9 subtes antara lain :

- a. *Satzerganzung (SE)* yaitu melengkapi kalimat
- b. *Wortauswahl (WA)* yaitu melengkapi kata-kata
- c. *Analogien (AN)* yaitu persamaan kata
- d. *Gemeinsamkeiten (GE)* yaitu sifat yang dimiliki bersama
- e. *Rechenaufgaben (RA)* yaitu kemampuan berhitung
- f. *Zahlenreihen (SR)* yaitu deret angka
- g. *Figurenauswahl (FA)* yaitu memilih bentuk
- h. *Wurfelaufgaben (WU)* yaitu latihan balok

i. *Merkaufgaben* (ME) yaitu latihan simbol. ³⁴⁻³⁵

Penyajian tes IST ini membutuhkan waktu lebih kurang 90 menit, dapat dilakukan secara individual maupun klasikal. IST terdiri dari 176 soal yang terbagi menjadi 9 sub tes. Proses skoring dalam IST adalah memberikan nilai 1 untuk jawaban benar dan nilai 0 untuk jawaban salah pada masing-masing subtes kecuali pada sub tes GE menggunakan panduan nilai tersendiri yaitu skor 2, 1 dan 0. Dengan menghitung skor yang diperoleh pada masing-masing subtes akan diperoleh Skor Kasar pada setiap sub tes IST. Dengan menjumlahkan skor kasar dari 9 sub tes akan diperoleh Skor Total. Norma tes IST diperlukan untuk mengubah skor kasar maupun skor total ke dalam *weighted score* yang akan menghasilkan nilai inteligensi seseorang dalam bentuk angka, dan apabila nilai inteligensi ini dibandingkan dengan norma kelompok akan diketahui kategori inteligensi seseorang tersebut yaitu:

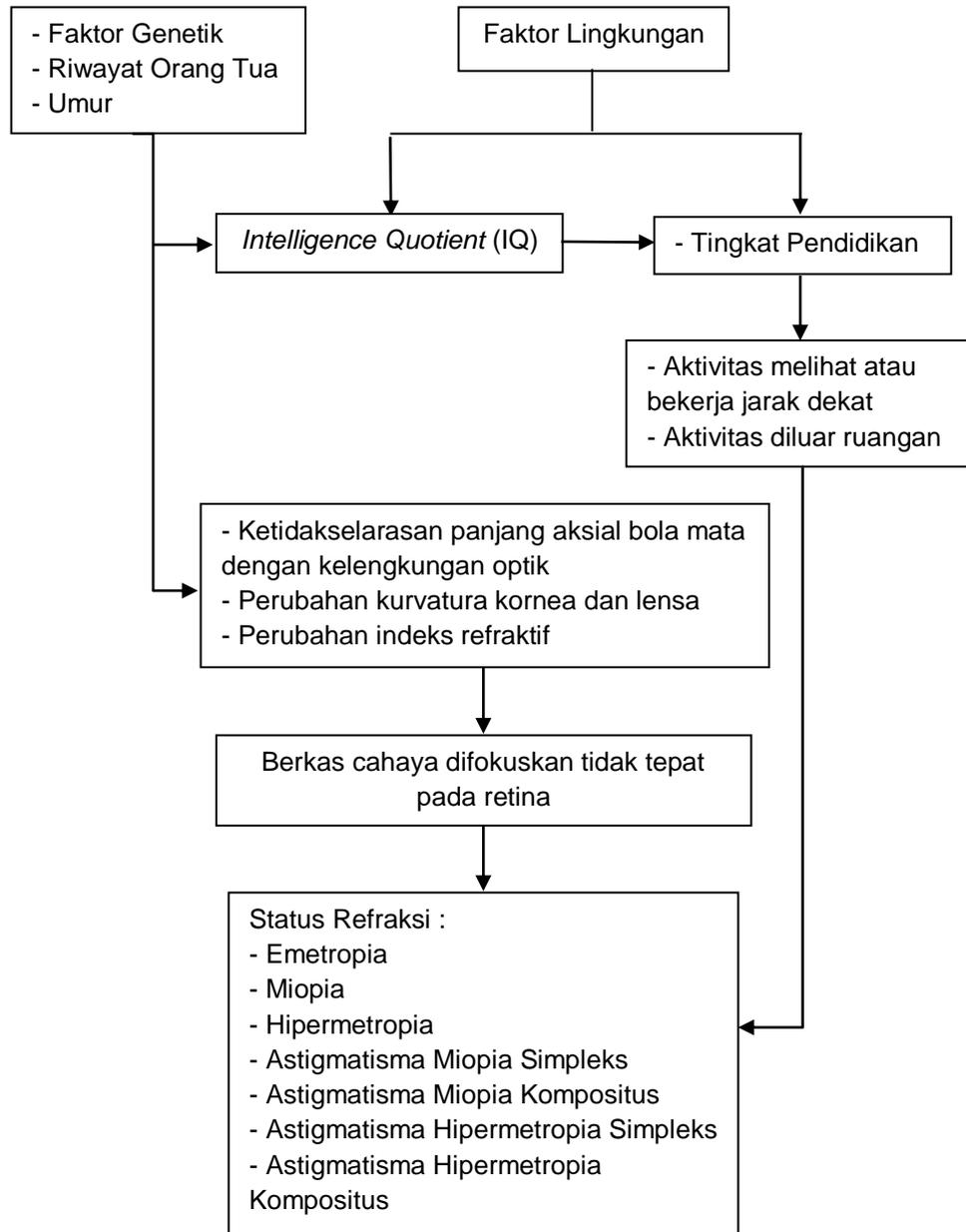
- a. *Very superior* yaitu subyek yang memperoleh *weighted score* sebesar 119 keatas.
- b. Tinggi yaitu subyek yang memperoleh *weighted score* sebesar antara 105 sampai dengan 118.
- c. Cukup yaitu subyek yang memperoleh *weighted score* sebesar antara 100 sampai dengan 104.
- d. Sedang yaitu subyek yang memperoleh *weighted score* sebesar antara 95 sampai dengan 99.
- e. Rendah yaitu subyek yang memperoleh *weighted score* sebesar antara 81 sampai dengan 94.
- f. Rendah sekali yaitu subyek yang memperoleh *weighted score* sebesar 80 kebawah. ³⁴⁻³⁵

Atas dasar penjelasan di atas maka di pilih 2 jenis tes intelegensi yang akan di gunakan dalam penelitian ini karena dapat diterapkan sesuai dengan kondisi pada anak usia sekolah yang akan di teliti yaitu *Culture Fair Intelligence Test* (CFIT) dan *Intelligenz Struktur Test* (IST).

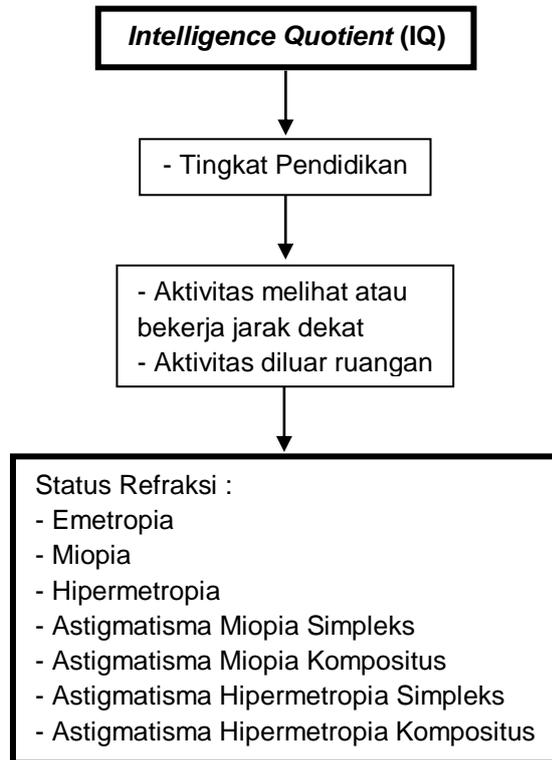
BAB 3

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1. Kerangka Teori



3.2. Kerangka Konsep.



Keterangan :

—————> : Mempengaruhi

Kotak Tebal : Yang diteliti

Kotak tipis : Yang tidak diteliti

3.2. Hipotesa Penelitian

Terdapat hubungan antara *Intelligence Quotient* (IQ) dengan kelainan refraksi pada anak usia sekolah.

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*.

4.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SDN dan SMPN Lesanpuro Malang pada bulan Juli 2017 - Oktober 2018.

4.3. Populasi Penelitian

Populasi adalah keseluruhan jumlah yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai karakteristik dan kualitas tertentu yang ditetapkan peneliti untuk diteliti dan ditarik kesimpulan.^{33, 34}

4.3.1 Populasi Target

Populasi target adalah populasi yang menjadi sasaran akhir penerapan hasil penelitian. Populasi target dari penelitian ini adalah semua siswa kelas 4, 5 dan 6 SDN Lesanpuro Malang dan siswa kelas 9 SMPN Lesanpuro tahun ajaran 2017-2018.^{33, 34}

4.3.2 Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau adalah bagian dari populasi target dapat dijangkau oleh peneliti. Populasi terjangkau dari penelitian ini adalah semua siswa kelas 4, 5 dan 6 SDN Lesanpuro Malang dan siswa kelas 9 SMPN Lesanpuro tahun ajaran 2017-2018 yang hadir dan bersedia untuk mengikuti penelitian.^{33, 34}

4.4. Sampel Penelitian

4.4.1 Cara Pengambilan Sampel

Sampel penelitian ini adalah siswa kelas 4, 5 dan 6 SDN Lesanpuro Malang dan siswa kelas 9 SMPN Lesanpuro tahun ajaran 2017-2018. Kedua sekolah ini terdapat pada satu lokasi dengan kondisi siswa 85% miskin, pendidikan orang tua kebanyakan SD, dengan pekerjaan antara lain sebagai petani, buruh, supir, tukang, pembantu rumah tangga dan lain-lain. Oleh karena itu, sekolah ini dipilih untuk mewakili daerah dengan ciri kehidupan perkotaan dengan kondisi sosial ekonomi yang kurang.

4.4.2 Perkiraan Besar Sampel

Besar sampel minimal dalam penelitian ditentukan sesuai dengan rumus Slovin, yaitu :

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2}$$

Dimana n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

e = estimasi kesalahan

Berdasarkan data dari poli rawat jalan Subdivisi Refraksi RSSA Malang pada tahun 2016 diperoleh data bahwa jumlah pasien dengan kelainan refraksi adalah 724 yang berarti adalah N dan estimasi kesalahan (e) sebesar 10%. Dengan demikian jumlah sampel minimal yang diperlukan :

$$n = 724 : (1+724 (0,1)^2) = 87,86 \approx 88 \text{ sampel}$$

4.5. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

4.5.1 Kriteria Inklusi

Semua siswa yang masih hadir dan bersedia untuk menjadi subyek dalam penelitian ini.

4.5.2 Kriteria Eksklusi

1. Saat pemeriksaan refraksi dan test IQ subyek tidak hadir.
2. Subyek ada kelainan pada media refraksi, inflamasi intraokular, kelainan segmen anterior dan posterior lainnya (dari pemeriksaan funduskopi) yang dapat mempengaruhi penelitian, pseudofakia dan afakia

4.6. Variable Penelitian

4.6.1. Variabel Bebas (Independent)

Variabel bebas pada penelitian ini adalah *Intelligence Quotient (IQ)*.

4.6.2. Variabel Tergantung (Dependent)

Variabel tergantung pada penelitian ini adalah kelainan refraksi.

4.7. Definisi Operasional

1. Kelainan Refraksi adalah suatu kondisi yang terjadi dimana mata tidak dapat memfokuskan berkas cahaya dari obyek yang jauh tepat pada retina. Kelainan ini dibagi menjadi miopia, hipermetropia, astigmatisma dan presbiopia.
2. Mata emetropia adalah mata yang apabila diperiksa dengan menggunakan kartu Snellen pada jarak 6 meter dapat membaca huruf terbawah.
3. Mata Miopia adalah mata yang apabila diperiksa dengan kartu Snellen pada jarak 6 meter dapat membaca huruf terbawah dengan menggunakan lensa sferis negatif
4. Mata Hipermetropia adalah mata yang apabila diperiksa dengan kartu Snellen pada jarak 6 meter dapat membaca huruf terbawah dengan menggunakan lensa sferis positif
5. Mata Astigmatisma adalah mata yang apabila diperiksa dengan kartu Snellen pada jarak 6 meter dapat membaca huruf terbawah dengan menggunakan lensa silinder negatif atau positif dengan atau tanpa lensa sferis negatif atau positif.
6. *Intelligence Quotient (IQ)* adalah skor atau tingkat kemampuan individu pada saat tertentu dan berdasarkan norma usia tertentu yang digunakan untuk

mengkategorisasikan kemampuan akademik anak sekolah. Standardisasi tes IQ, adalah sebagai berikut :

- *Very Superior* 140 ke atas
- *Superior* 120 – 139
- *High Average* 110 – 119
- *Normal or Average* 100 – 109
- *Low Average* 80 – 89
- *Borderline Defective* 60 – 7
- *Mentally Retardation* 30 – 69

7. *Culture Fair Intelligence Test* (CFIT) adalah salah satu jenis tes IQ yang diisi oleh subyek penelitian, adalah tes yang disusun oleh R. B. Cattell untuk menilai tingkat intelegensi anak-anak yang dibagi atas 3 bentuk yaitu :

- 1) Skala 1 untuk anak usia 4 tahun – 8 tahun,
- 2) Skala 2 untuk anak usia 8 tahun – 14 tahun atau dewasa rata-rata,
- 3) Skala 3 untuk anak usia 14 tahun atau murid SLTA ke atas atau dewasa superior.

Skala CFIT 2 dan skala CFIT 3 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki bentuk pararelnya, yaitu form A dan form B. Kedua skala tersebut hanya diberi waktu pengerjaan oleh semua siswa selama 12,5 menit. Rinciannya yaitu *series* dikerjakan selama 3 menit, *classification* dikerjakan selama 4 menit, *matrices* dikerjakan selama 3 menit, dan *conditions* atau *topology* dikerjakan selama 2,5 menit. Masing-masing tes akan menghasilkan *raw score* yang kemudian diubah menjadi angka inteligensia dengan menggunakan norma yang sudah ada. *Raw score* dari kedua skala juga dapat digabungkan, sehingga mengasilkan *raw score* gabungan. *Raw score* gabungan tersebut selanjutnya diubah menjadi angka inteligensia total dengan menggunakan norma yang sudah tersedia.

8. Usia sekolah adalah merupakan periode ketika anak-anak dianggap mulai bertanggung jawab atas perilakunya sendiri dalam hubungan dengan orang tua mereka, teman sebaya, dan orang lainnya. Juga merupakan masa anak memperoleh dasar-dasar pengetahuan untuk keberhasilan penyesuaian diri pada kehidupan dewasa dan memperoleh keterampilan tertentu.

4.8. Alat Penelitian

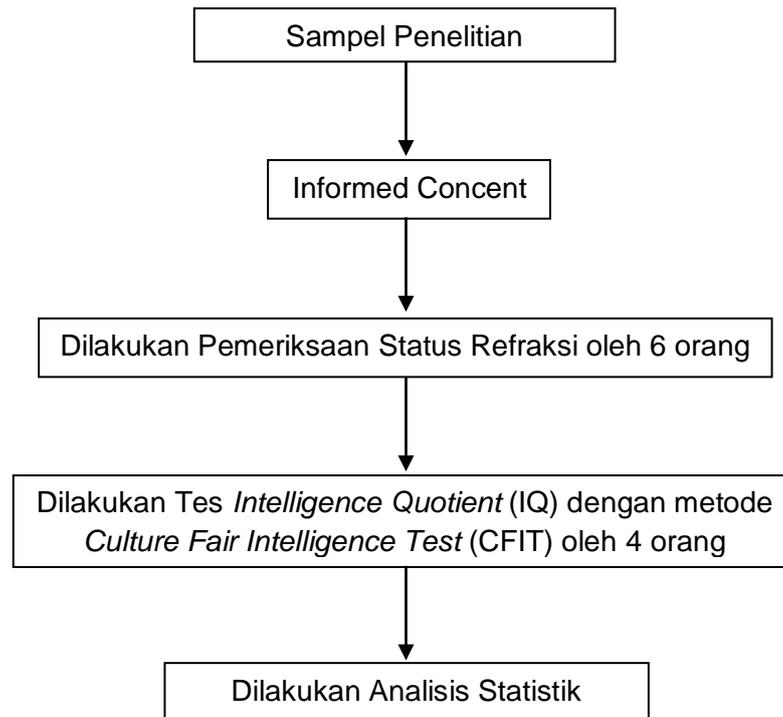
Alat-alat yang dibutuhkan :

1. Kartu snellen
2. Trial frame
3. Trial lens
4. Occluder
5. Penlight
6. Funduskopi

4.9. Cara Kerja

1. Sampel yang termasuk dalam kriteria inklusi diperiksa status refraksinya dengan menggunakan kartu snellen dan trial lens.
2. Data status refraksi berdasarkan pemeriksaan visus naturalis dan BCVA kemudian dikelompokkan menurut jenis status refraksi.
3. Sampel yang termasuk dalam kriteria inklusi dan telah melakukan pemeriksaan refraksi mengikuti tes intelegesi dengan metoda *Culture Fair Intelligence Test* (CFIT) untuk menilai tingkat *Intelligence Quotient* (IQ) dari siswa.
4. Data hasil tes intelegensi kemudian dikelompokkan menurut jenis tes dan tingkat *Intelligence Quotient* (IQ) siswa.
5. Data yang diperoleh kemudian dianalisa.

4.10. Alur Kerja Penelitian



4.10. Organisasi Penelitian

Peneliti : dr. Zaltony Tolombot

Pembimbing 1 : dr. Nanda W. Anandita, SpM (K)

Pembimbing 2 : dr. Lely Retno Wulandari, SpM (K)

Pembimbing 3 : dr. Anny Sulistiyowati, SpM (K)

4.11. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	2017						2018										
		Jul	Ag s	Se p	Okt	No p	De s	Ja n	Pe b	Ma r	Apr	Me i	Ju n	Jul	Ag s	Se p	Okt	No p
1.	Studi Kepustakaan dan Pengajuan Judul	■	■															
2.	Pembuatan dan Konsultasi Usulan Penelitian			■	■													
3.	Presentasi Usulan Penelitian				■													
4.	Pengajuan dan Presentasi dan Perbaikan Etik Penelitian					■	■	■	■									
5.	Pelaksanaan Penelitian									■	■	■	■					
7.	Pembuatan Laporan Penelitian													■	■	■		
8.	Presentasi Laporan Penelitian																■	
9.	Pengumpulan Laporan Penelitian																	■

BAB 5

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel dari siswa kelas 4,5 dan 6 SDN Lesanpuro Malang dan kelas 9 SMPN Lesanpuro Malang yang telah memiliki surat persetujuan dari orang tua masing-masing. Penelitian ini telah mendapatkan kelaikan etik pelaksanaan penelitian dari komisi etik penelitian kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dengan nomor surat 280/EC/KEPK/08/2017. Subyek penelitian dilakukan pemeriksaan meliputi visus naturalis, koreksi kacamata terbaik secara subyektif dengan menggunakan *trial lens* dan pemeriksaan tambahan berupa funduskopi untuk anak yang dicurigai ada kelainan pada segmen anterior dan posterior.

5.1. Statistik Deskriptif.

Hasil Statistik deskriptif data penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Statistik Deskriptif

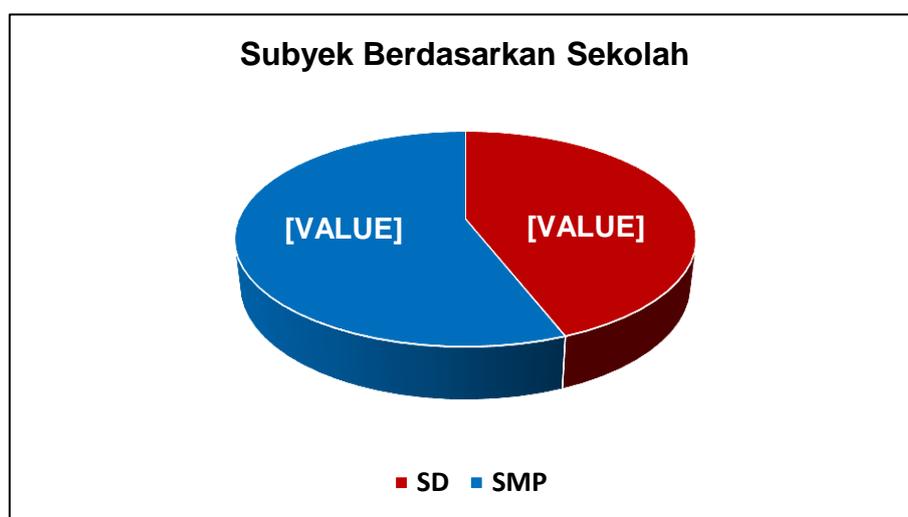
	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval for Mean	
			Lower Bound	Upper Bound
Nilai IQ	91.390	7.829	89.350	93.430
Visus OD	0.518	0.340	0.429	0.606
Visus OS	0.530	0.330	0.444	0.616
SE OD	-0.797	1.035	-1.066	-0.527
SE OS	-0.712	0.941	-0.957	-0.467
Usia	14.136	1.395	13.772	14.499

Berdasarkan hasil statistik deskriptif diatas didapatkan bahwa :

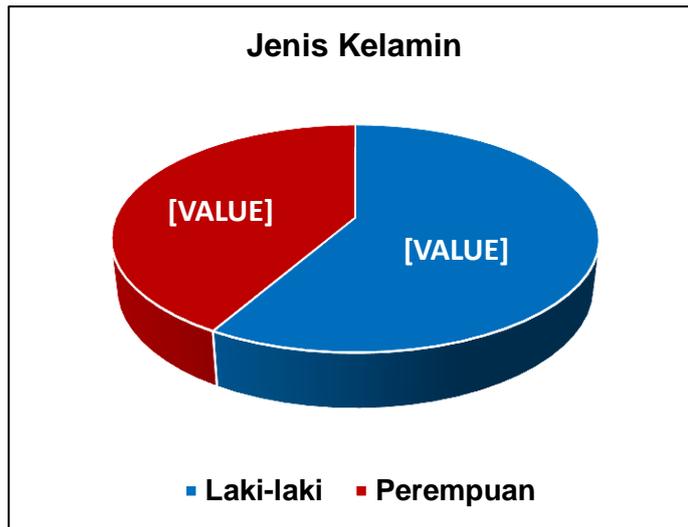
1. IQ memiliki nilai rata – rata sebesar 91,390 dengan selang Confidence Interval diantara 89,350 – 93.430, yang berarti bahwa data yang baik memiliki nilai terendah 89,350 dan nilai tertinggi 93.430.

2. Visus OD memiliki nilai rata – rata sebesar 0,518 dengan selang Confidence Interval diantara 0.429 – 0.606, yang berarti bahwa data yang baik memiliki nilai terendah 0.429 dan nilai tertinggi 0.606.
3. Visus OS memiliki nilai rata – rata sebesar 0.530 dengan selang Confidence Interval diantara 0.444 – 0.616, yang berarti bahwa data yang baik memiliki nilai terendah 0.444 dan nilai tertinggi 0.616.
4. SE OD memiliki nilai rata – rata sebesar -0.797 dengan selang Confidence Interval diantara (-1.066) – (-0.527), yang berarti bahwa data yang baik memiliki nilai terendah -1.066 dan nilai tertinggi -0.527.
5. SE OS memiliki nilai rata – rata sebesar -0.712 dengan selang Confidence Interval diantara (-0.957) – (-0.467), yang berarti bahwa data yang baik memiliki nilai terendah -0.957 dan nilai tertinggi -0.467.
6. Usia memiliki nilai rata – rata sebesar 14.136 dengan selang Confidence Interval diantara 13.772 – 14.499, yang berarti bahwa data yang baik memiliki nilai terendah 13.772 dan nilai tertinggi 14.499.

Pada penelitian ini didapatkan 186 mata dari 93 subyek (44,08%) siswa SDN Lesanpuro Malang dan 236 mata dari 118 subyek (55,92%) siswa SMPN Lesanpuro Malang, dengan jumlah total 422 mata dari 211 subyek. Subyek laki-laki sejumlah 123 orang (58,29%) sedangkan perempuan sejumlah 88 orang (41,71%).

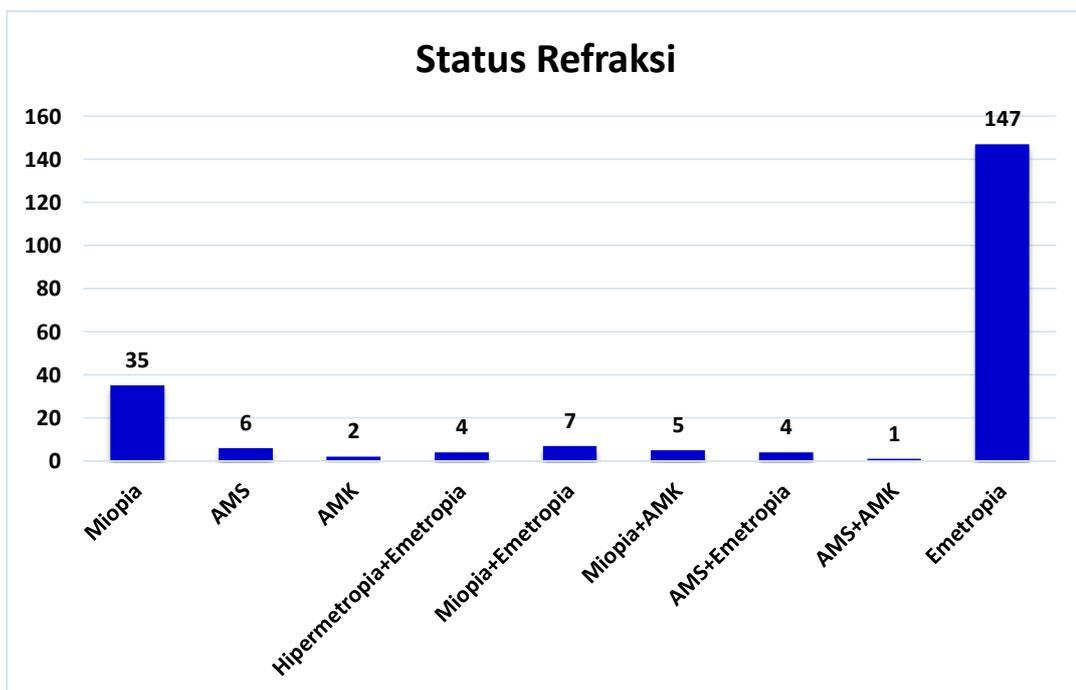


Gambar 5. Distribusi Subyek Berdasarkan Sekolah. Jumlah subyek siswa SMP lebih banyak 118 subyek (55,92%) dibandingkan SD 93 subyek (44,08%).



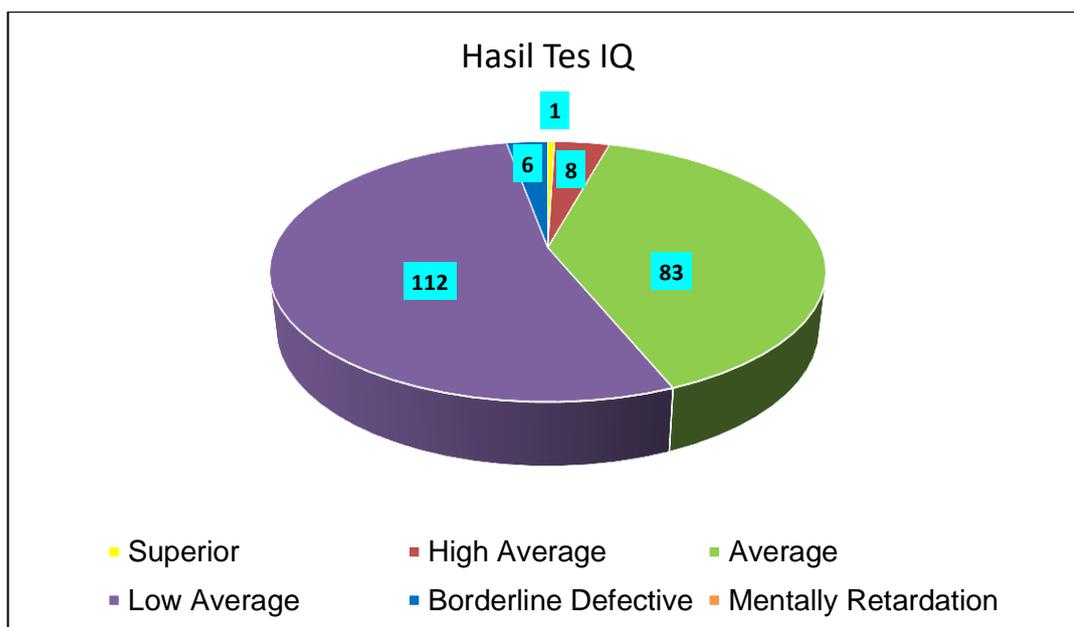
Gambar 6. Distribusi Jenis kelamin. Jumlah subyek yang berjenis kelamin laki-laki lebih banyak 123 subyek, dibandingkan perempuan 88 subyek.

Distribusi status refraksi terdiri dari Miopia 35 subyek (16,58%), Astigmatisma Miopia Simpleks (AMS) 6 subyek (2,84%), Astigmatisma Miopia Kompositus (AMK) 2 subyek (0,94%), Hipermetropia+Emetropia 4 subyek (1,89%), Miopia+Emetropia 7 subyek (3,31%), Miopia+AMK 5 subyek (2,36%), AMS+Emetropia 4 subyek (1,89%), AMS+AMK 1 subyek (0,47%) dan Emetropia 147 subyek (69,66%).



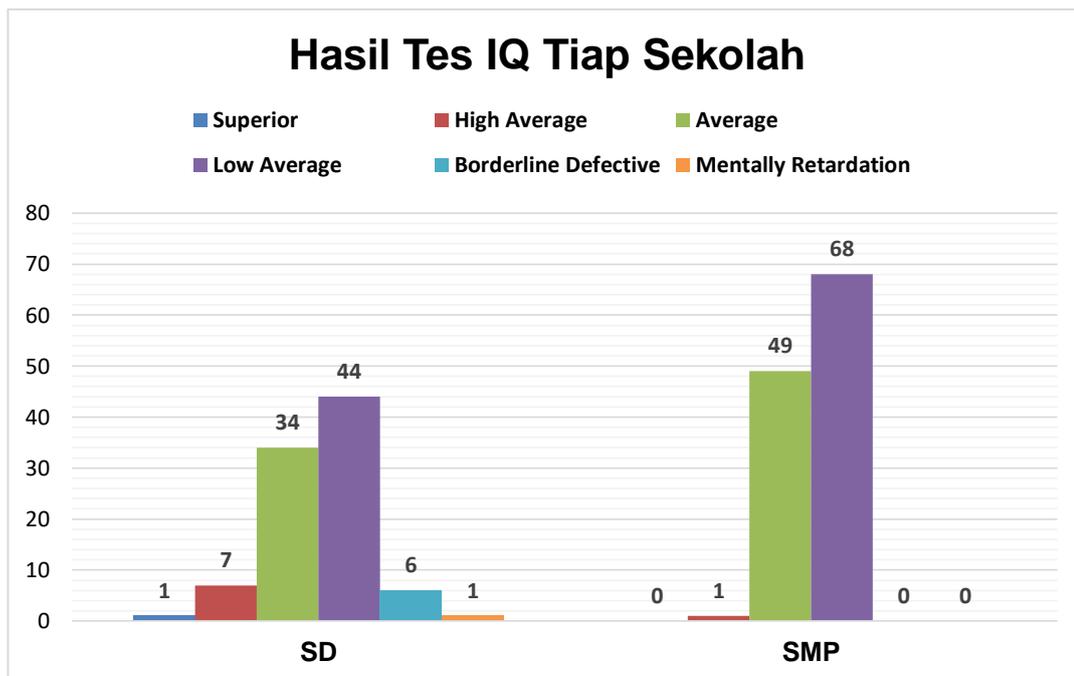
Gambar 7. Distribusi Status Refraksi. Dari data ini untuk kelainan refraksi didapatkan miopia dengan jumlah terbanyak 35 subyek dan yang paling sedikit AMS+AMK 1 subyek.

Pada saat dilakukan tes IQ pada seluruh siswa didapatkan hasil *Superior* pada 1 subyek (0,47%), *High Average* sebanyak 8 subyek (3,79%), *Average* sebanyak 83 subyek (39,33%), *Low Average* sebanyak 112 subyek (53,08%), *Borderline Defective* sebanyak 6 subyek (2,84%), *Mentally Retardation* hanya 1 subyek (0,47%).



Gambar 8. Distribusi Hasil Tes IQ. Subyek dengan jumlah terbanyak terdapat pada kelompok low average 112 subyek kemudian *Average* sebanyak 83 subyek, *High Average* sebanyak 8 subyek, *Borderline Defective* sebanyak 6 subyek, sedangkan kelompok *Superior* dan *Mentally Retardation* hanya 1 subyek.

Untuk tes IQ berdasarkan sekolah didapatkan hasil untuk SD yaitu *Superior* 1 subyek (1,07%), *High Average* 7 subyek (7,52%), *Average* 34 subyek (36,55%), *Low Average* 44 subyek (47,31%), *Borderline Defective* 6 subyek (6,45%), *Mentally Retardation* hanya 1 subyek (1,07%). Sedangkan untuk SMP didapatkan hasil *High Average* 1 subyek (0,84%), *Average* 49 subyek (41,52%), *Low Average* 68 subyek (57,62%).



Gambar 9. Distribusi Hasil Tes IQ Tiap Sekolah. Jumlah terbanyak untuk kedua sekolah sama-sama pada kelompok *Low Average* lalu *Average*. Hasil yang bervariasi didapatkan pada siswa SD yaitu *Superior*, *High Average*, *Average*, *Low Average*, *Borderline Defective* dan *Mentally Retardation* sedangkan pada siswa SMP hanya ditemukan kelompok *High Average*, *Average* dan *Low Average*.

5.2 Analisis Bivariat

a. Hubungan Tes IQ dengan Kelainan Refraksi

Tabel 5.2 Tabulasi silang Tes IQ dengan Kelainan Refraksi

Kategori IQ	Kelainan Refraksi				Total	Sig.	Keterangan
	Normal	%	Kelainan Refraksi	%			
Superior	2	100.00	0	0.00	2	0.047	Signifikan
High Average	15	93.75	1	6.25	16		
Average	117	69.64	51	30.36	168		
Low Average	136	61.26	86	38.74	222		
Borderline	9	75.00	3	25.00	12		
Mentally	2	100.00	0	0.00	2		
Total	281	66.59	141	33.41	422		

Berdasarkan hasil deskripsi tersebut dapat diketahui keterkaitan atau asosiasi terhadap Kelainan Refraksi. Berdasarkan pada hasil Tabel 5.5 didapatkan hubungan hasil Tes IQ dengan Kelainan Refraksi dengan p value sebesar 0,047, karena nilai $p = 0,047 < 0,05$ ($\alpha = 5\%$), sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan atau keterkaitan yang signifikan antara Tes IQ dengan Kelainan Refraksi. Hubungan antara Tes IQ dengan Kelainan Refraksi termasuk dalam kategori rendah karena dibawah 0,2.

b. Hubungan Kelainan Refraksi dengan Tes IQ

Tabel 5.3 Tabulasi silang Kelainan Refraksi dengan Tes IQ

	Tes IQ								Total	Sig.	Keterangan
	High Average	%	Average	%	Low Average	%	Borderline	%			
Miopia	0	0.0	35	68.6	70	81.4	2	66.7	107	0.000	Signifikan
Astigmatisma	1	100.0	1	2.0	0	0.0	0	0.0	2		
AMK	0	0.0	4	7.8	0	0.0	0	0.0	4		
AMK+Miopia	0	0.0	4	7.8	6	7.0	0	0.0	10		
AMK+AMS	0	0.0	2	3.9	0	0.0	0	0.0	2		
AMS	0	0.0	4	7.8	4	4.7	0	0.0	8		
AMS+Emetropia	0	0.0	1	2.0	3	3.5	0	0.0	4		
Hipermetropia+Emetropia	0	0.0	0	0.0	2	2.3	0	0.0	2		
Total	1	100.0	51	100.0	86	100.0	3	100.0	141		

Berdasarkan hasil deskripsi tersebut dapat diketahui keterkaitan atau asosiasi terhadap Kelainan Refraksi. Berdasarkan pada hasil Tabel 5.5 didapatkan hubungan hasil Tes IQ dengan Kelainan Refraksi dengan p value sebesar 0,000, karena nilai $p = 0,000 < 0,05$ ($\alpha = 5\%$), sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan atau keterkaitan yang signifikan antara Tes IQ dengan Kelainan Refraksi. Hubungan antara Tes IQ dengan Tingkat Sekolah termasuk dalam kategori sangat rendah karena dibawah 0,2.

c. Hubungan Tes IQ dengan Tingkat Sekolah

Tabel 5.4 Tabulasi silang Tes IQ dengan Tingkat Sekolah

Tes IQ	Sekolah				Total	Sig.	r	Keterangan
	SD	%	SMP	%				
Superior	1	1.08	0	0.00	1	0.003	0.037	Signifikan
High Average	7	7.53	1	0.85	8			
Average	36	38.71	49	41.53	85			
Low Average	42	45.16	68	57.63	110			
Borderline Def.	6	6.45	0	0.00	6			
Mentally Ret.	1	1.08	0	0.00	1			
Total	93	100	118	100	211			

Berdasarkan hasil deskripsi tersebut dapat diketahui keterkaitan atau asosiasi terhadap Tingkat Sekolah. Berdasarkan pada hasil Tabel 5.5 didapatkan hubungan hasil Tes IQ dengan Tingkat Sekolah dengan p value sebesar 0,003, karena nilai $p = 0,003 < 0,05$ ($\alpha = 5\%$), sehingga dapat disimpulkan bahwa ada keterkaitan yang signifikan antara Tes IQ dengan Tingkat Sekolah. Hubungan antara Tes IQ dengan Tingkat Sekolah termasuk dalam kategori sangat rendah karena dibawah 0,2

d. Hubungan Nilai IQ dengan Visus dan Spherical Equivalent (SE)

Pengujian Hubungan Nilai dengan Visus Naturalis dan Spherical Equivalent (SE) digunakan uji korelasi Spearman. Korelasi Spearman digunakan dalam menganalisa hubungan antara dua variabel

Hasil pengujian Korelasi Spearman Nilai IQ dengan Visus dan Spherical Equivalent (SE) terdapat dalam Tabel 5.5

Tabel 5.5 Korelasi Nilai IQ dengan Visus Naturalis dan Spherical Equivalent (SE)

Kelainan Refraksi	Nilai IQ		keterangan
	r	Sig.	
Miopia	0.068	0.489	Tidak Signifikan
AMK+Miopia	0.537	0.109	Tidak Signifikan
AMS	0.162	0.701	Tidak Signifikan
AMS+Emetropia	0.949	0.051	Tidak Signifikan

Pada hasil uji pada Tabel 5.5 dapat dilihat hasil korelasi sebagai berikut :

1. Hubungan Nilai IQ dengan Miopia memiliki nilai koefisien korelasi spearman bernilai positif yaitu 0,068. arah hubungan positif artinya semakin tinggi nilai IQ siswa, maka ukuran Miopia pada siswa akan semakin meningkat. Koefisien korelasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya hubungan antara variabel bebas yaitu Nilai IQ dengan variabel terikat yaitu Visus memiliki nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,068. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara Nilai IQ dengan Miopia termasuk kategori sangat rendah. Berdasarkan hasil uji di atas dapat dilihat bahwa nilai p lebih besar dari pada alpha ($0.489 > 0.05$) sehingga H_0 diterima dengan kesimpulan terdapat hubungan yang tidak signifikan antara nilai IQ dengan Miopia.
2. Hubungan Nilai IQ dengan AMK+Miopia memiliki nilai koefisien korelasi spearman bernilai positif yaitu 0,537. arah hubungan positif artinya semakin tinggi nilai IQ siswa, maka ukuran AMK+Miopia pada siswa akan semakin meningkat. Koefisien korelasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya hubungan antara variabel bebas yaitu Nilai IQ dengan variabel terikat yaitu Visus memiliki nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,537. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara Nilai IQ dengan AMK+Miopia termasuk kategori sedang. Berdasarkan hasil uji di atas dapat dilihat bahwa nilai p lebih besar dari pada alpha ($0.109 > 0.05$) sehingga H_0 diterima dengan kesimpulan terdapat hubungan yang tidak signifikan antara nilai IQ dengan AMK+Miopia.
3. Hubungan Nilai IQ dengan AMS memiliki nilai koefisien korelasi spearman bernilai positif yaitu 0,162. arah hubungan positif artinya semakin tinggi nilai IQ siswa, maka ukuran AMS pada siswa akan semakin meningkat. Koefisien korelasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya hubungan antara variabel bebas yaitu Nilai IQ dengan variabel terikat yaitu Visus memiliki nilai r

(koefisien korelasi) sebesar 0,162. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara Nilai IQ dengan AMS termasuk kategori sangat rendah. Berdasarkan hasil uji di atas dapat dilihat bahwa nilai p lebih besar dari pada alpha ($0.701 > 0.05$) sehingga H_0 diterima dengan kesimpulan terdapat hubungan yang tidak signifikan antara nilai IQ dengan AMS.

4. Hubungan Nilai IQ dengan AMS+Emetropia memiliki nilai koefisien korelasi spearman bernilai negatif yaitu -0,949. arah hubungan negatif artinya semakin tinggi nilai IQ siswa, maka ukuran AMS+Emetropia pada siswa akan semakin kecil. Koefisien korelasi yang dihasilkan menunjukkan besarnya hubungan antara variabel bebas yaitu Nilai IQ dengan variabel terikat yaitu Visus memiliki nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,949. Nilai korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara Nilai IQ dengan AMS+Emetropia termasuk kategori sangat Kuat. Berdasarkan hasil uji di atas dapat dilihat bahwa nilai p lebih besar dari pada alpha ($0.051 > 0.05$) sehingga H_0 diterima dengan kesimpulan terdapat hubungan yang tidak signifikan antara nilai IQ dengan AMS+Emetropia.

5.3. Uji Perbedaan Tes IQ dengan nilai Visus dan *Spherical Equivalent (SE)*

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode uji beda rata-rata yaitu dengan uji ANOVA (statistik parametrik), namun sebelum dilakukan pengujian tersebut, ada asumsi yang mendasari yaitu uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorof-smirnof, dan uji homogenitas dengan uji Levene's. Jika data yang digunakan tidak memenuhi salah satu atau semua asumsi, maka dilakukan pengujian pengganti statistik parametrik, yaitu statistik non parametrik.

5.3.1 Uji Normalitas

Dari hasil pengamatan sampel penelitian, dilakukan uji normalitas data untuk mengetahui distribusi/sebaran data.

Tabel 5.6 Hasil Uji normalitas

Kelainan Refraksi	n	Z	p	Keterangan
Miopia	107	2.453	0.000	Tidak Normal
AMK+Miopia	10	0.488	0.971	Normal
AMS	8	0.717	0.683	Normal
AMS+Emetropia	3	0.667	0.766	Normal

Berdasarkan pengujian normalitas data menunjukkan bahwa data hasil analisa Nilai uji memiliki nilai signifikansi lebih besar dari α (0.05), sehingga dapat disimpulkan bahwa data Miopia menyebar mengikuti sebaran tidak normal. Dengan demikian tidak dapat dilakukan pengujian dengan statistik parametrik, karena asumsi kenormalan distribusi data belum terpenuhi. Namun untuk AMK+Miopia, AMS, dan AMS+Emetropia memiliki sebaran normal.

Hasil uji asumsi didapatkan bahwa untuk uji normalitas belum terpenuhi maka pengujian menggunakan Kruskal Wallis dan Mann Whitney.

5.3.2 Uji Kruskal Wallis.

Tabel 5.7 Hasil Uji Kruskal Wallis

Parameter	Chi-Square	p	Keterangan
Miopia	1.582	0.453	Tidak Signifikan

Berdasarkan hasil yang tercantum pada tabel, diperoleh nilai Chi Square hitung Miopia yang lebih kecil dari Chi Square tabel dan nilai signifikansi sebesar 0,581. Karena semua nilai signifikansi lebih besar dari α (0.05), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak signifikan ukuran miopia pada kategori IQ. Untuk melihat letak perbedaannya, dilakukan uji lanjut dengan uji Mann Whitney.

5.3.3 Uji Mann Whitney

Tabel 5.8 Uji beda Average dengan Low Average pada Miopia

Parameter	Tes IQ	Mean	p	Keterangan
Miopia	Average	0.8036	0.585	Tidak Signifikan
	Low Average	0.9529		

Berdasarkan hasil yang tercantum diperoleh bahwa Nilai BCVA pada Miopia memiliki perbedaan yang tidak signifikan antara kategori Tes IQ Average dengan Low Average karena memiliki nilai $p > 0,05$.

Tabel 5.9 Uji beda Average dengan Borderline pada Miopia

Parameter	Tes IQ	Mean	p	Keterangan
Miopia	Average	0.8036	0.299	Tidak Signifikan
	Borderline	1.0000		

Berdasarkan hasil yang tercantum diperoleh bahwa Nilai BCVA Miopia memiliki perbedaan yang tidak signifikan antara kategori Tes IQ Average dengan Borderline karena memiliki nilai $p > 0,05$.

Tabel 5.10 Uji beda Low Average dengan Borderline pada Miopia

Parameter	Tes IQ	Mean	p	Keterangan
Miopia	Low Average	0.9529	0.243	Tidak Signifikan
	Borderline	1.0000		

Berdasarkan hasil yang tercantum diperoleh bahwa Nilai BCVA Miopia Memiliki perbedaan yang tidak signifikan antara kategori Tes IQ Borderline dengan Low Average karena memiliki nilai $p > 0,05$.

Tabel 5.11 Uji beda Average dengan Low Average Pada AMK+Miopia dan AMS

	IQ	N	Mean	p	Keterangan
AMK+Miopia	Average	4	1.125	0.299	Tidak Signifikan
	Low Average	6	0.75		
AMS	Average	4	1.0625	0.848	Tidak Signifikan
	Low Average	4	1		

Berdasarkan hasil yang tercantum diperoleh hasil uji beda sebagai berikut

:

1. Perbandingan IQ Average dengan Low Average pada penderita AMK+Miopia Memiliki perbedaan yang tidak signifikan antara kategori Tes IQ karena memiliki nilai $p > 0,05$.
2. Perbandingan IQ Average dengan Low Average pada penderita AMS Memiliki perbedaan yang tidak signifikan antara kategori Tes IQ karena memiliki nilai $p > 0,05$.

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Deskripsi Subyek

Pada penelitian ini didapatkan 211 subyek terdiri dari laki-laki sejumlah 123 subyek (58,29%) dan perempuan sejumlah 88 subyek (41,71%). Dan pemeriksaan status refraksi didapatkan Miopia ODS 35 subyek (16,58%), Astigmatisma Miopia Simpleks (AMS) ODS 6 subyek (2,84%), Astigmatisma Miopia Kompositus (AMK) ODS 2 subyek (0,94%), Hipermetropia+Emetropia 4 subyek (1,89%), Miopia+Emetropia 7 subyek (3,31%), Miopia+AMK 5 subyek (2,36%), AMS+Emetropia 4 subyek (1,89%), AMS+AMK 1 subyek (0,47%) dan Emetropia ODS 147 subyek (69,66%). Data ini didapatkan dari hasil pemeriksaan pada 186 mata dari 93 subyek (44,08%) siswa SDN Lesanpuro Malang dan 236 mata dari 118 subyek (55,92%) siswa SMPN Lesanpuro Malang, dengan jumlah total 422 mata dari 211 subyek. Subyek laki-laki sejumlah 123 orang (58,29%) sedangkan perempuan sejumlah 88 orang (41,71%).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Akrami dkk (2012) di Iran pada 137 siswa (34,3% anak laki-laki dan 65,7% perempuan) dari dua sekolah dasar, usia antara 10 hingga 14 tahun ($10,4 \pm 0,6$). Didapatkan hasil 78 subjek (56,9%) memiliki kelainan refraksi di mana 38 subyek (27%) dengan miopia, 5 (3%) dengan hipermetropia dan 4 subyek (2,9%) dengan astigmatisma. Miopia dan astigmatisma dialami pada 17 subyek (12,4%) dan 14 subyek (10,2%) mengalami hipermetropia dan astigmatisma. Sedangkan sisanya sebanyak 59 subyek (43,1%) normal. Pada studi ini tidak ada hubungan yang signifikan antara distribusi seks dengan kelainan refraksi.³⁵

Pada penelitian ini dilakukan tes IQ dengan metode Culture Fair Intelligence Test (CFIT), tes ini diambil atas dasar pertimbangan bahwa tes-tes inteligensi yang lain tidak bebas nilai dan masih dipengaruhi oleh budaya dan juga norma pada masing-masing negara. Norma dan juga nilai-nilai pada suatu kebudayaan ini dapat mempengaruhi hasil dari pengukuran IQ. Oleh karena itu CFIT lebih dipilih karena sifatnya yang bebas nilai, tidak terikat pada kebudayaan tertentu dan mudah dipahami oleh semua orang secara universal. Selain itu CFIT

berhubungan dengan simbol, garis, titik dan lengkung sehingga membutuhkan kejelian mata dan bila ada sesuatu yang berpengaruh kepada ketajaman penglihatan akan berpengaruh terhadap hasil tes. Tes CFIT pada penelitian ini menggunakan skala 2 yang memang ditujukan untuk usia 8 hingga 15 tahun sehingga lebih cocok digunakan untuk anak usia sekolah.³⁶

Hasil tes IQ menunjukkan jumlah yang lebih besar pada kelompok *low average* yaitu 112 subyek (53,08 %) lalu diikuti kelompok *average* 83 subyek (39,33 %), *high average* 8 subyek (3,79%), *borderline defective* 6 subyek (2,84%), sedangkan *superior* dan *mentally retardation* masing-masing hanya 1 subyek (0,47%). Ada sedikit perbedaan variasi hasil tes IQ di SD dengan di SMP, dimana pada siswa SD ditemukan variasi hasil yang hampir lengkap atau lebih banyak yaitu ditemukan hasil *superior*, *high average*, *average*, *low average*, *borderline defective* dan *mentally retardation* sedangkan pada siswa SMPN hanya ditemukan tiga variasi hasil tes yaitu *high average*, *average* dan *low average*. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh perkembangan kejiwaan dan kemampuan persepsi anak SMP lebih dewasa dibanding anak SD. Demikian juga dengan penelitian Akrami dkk (2012) menemukan bahwa anak-anak dengan kelainan refraksi memberikan hasil tes IQ *average*.³⁵

Studi yang dilakukan oleh Colom dkk (2003) terhadap 4498 siswa SMA Spanyol dan lulusan SMA dengan interval waktu masing-masing 20 dan 23 tahun menunjukkan bahwa ada peningkatan rata-rata IQ. Piaget (2005) menjelaskan bahwa perkembangan IQ dipengaruhi oleh adaptasi dan interaksi terhadap lingkungan, perkembangan aktivitas mental terhadap persepsi dan kebiasaan dalam perilaku simbolik dan memori, penalaran serta perkembangan pemikiran formal yang lebih tinggi dimana semua hal tersebut akan berkembang sesuai pertambahan usia. Penelitian oleh Young (1955 dan 1963) di USA menemukan hasil tes IQ pada anak usia 5-17 tahun dengan miopia adalah *average*, sedangkan penelitian oleh Saw et al tahun 2004 dan 2006 pada anak usia 7-12 tahun dengan miopia mendapatkan hasil tes IQ adalah *high average*. Hal yang berbeda dikemukakan oleh Grosvenor (1970) dalam penelitiannya pada anak usia 11-13 tahun dan Dolezalova (1995) dalam penelitiannya pada anak usia 14-18 tahun, dimana keduanya melaporkan bahwa rata-rata hasil tes IQ *low average* pada kelompok anak usia tersebut dengan hipermetropia.^{18, 36, 37}

6.2. Hubungan IQ dengan Kelainan Refraksi

Hubungan tes IQ dengan kelainan refraksi cukup signifikan baik pada uji tabulasi silang tes IQ dengan kelainan refraksi dengan p value sebesar 0,047 atau $< 0,05$ maupun uji tabulasi silang kelainan refraksi dan tes IQ dengan p value sebesar 0,000 atau $< 0,05$, juga keterkaitan tes IQ dengan tingkat sekolah termasuk signifikan dengan p value sebesar 0,003 atau $< 0,05$. Dalam studi yang dilakukan oleh Williams dkk (2017) menyebutkan bahwa ada korelasi antara kelainan refraksi dan IQ, demikian juga dengan penelitian Akrami dkk (2012) dalam penelitiannya yang dilakukan pada anak usia sekolah di Iran bahwa ada hubungan antara kelainan refraksi dengan IQ.

6.3. Hubungan IQ dengan Miopia

Miopia dalam penelitian ini termasuk besar sebanyak 35 subyek (16,58%) sebagaimana juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhao dkk (2000) menemukan bahwa miopia merupakan penyebab kelainan refraksi terbanyak yang meningkat pada anak usia 15 tahun menjadi 36,7% pada laki-laki dan 55,0% pada perempuan. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Maul dkk (2000) didapatkan bahwa miopia masih sebagai penyebab utama kelainan refraksi pada 3,4% anak-anak berusia 5 tahun, meningkat menjadi 19,4% pada laki-laki dan 14,7% pada perempuan pada usia 15 tahun. Sedangkan studi lain dengan menggunakan kuesioner di Jerman pada subyek berusia 12-17 tahun didapatkan prevalensi miopia sebanyak 21%.^{6, 14, 38}

Studi yang dilakukan oleh Saw dkk (2004 dan 2006) menemukan bahwa anak-anak dengan miopia memiliki hasil tes IQ yang lebih tinggi di bandingkan dengan anak yang non miopia. Hal tersebut sedikit berbeda dengan yang didapatkan dalam penelitian ini dimana rata-rata anak dengan miopia lebih banyak di temukan pada kelompok anak dengan hasil tes IQ *low average* dan *average* dengan nilai tertinggi 109 pada kelompok *average* dan nilai terendah 80 pada kelompok *low average*. Hal ini mungkin lebih banyak dipengaruhi oleh karena faktor genetik atau perkembangan bola mata dari pada faktor IQ, sebagaimana yang dikemukakan oleh Wojciechowski (2010) demikian juga Czepita dkk (2008) menyimpulkan bahwa anak-anak dengan miopia menunjukkan tingkat IQ yang lebih tinggi yang mungkin ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan.^{39 18, 40}

6.3. Hubungan IQ dengan Tajam Penglihatan

Hubungan hasil tes IQ dengan tajam penglihatan dan *spherical equivalent* didapatkan hasil yang tidak signifikan. Setelah dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorof-smirnof dan uji homogenitas dengan uji Levene's yang menunjukkan hasil yang tidak signifikan sehingga tidak memenuhi kenormalan distribusi data, sehingga selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan Kruskal Wallis dan Mann Whitney namun memberikan hasil yang juga tidak signifikan. Ketidakkonsistenan hubungan ini dapat diperantari oleh faktor lain yang mempengaruhi IQ dan status refraksi, misalnya faktor sosial ekonomi, pendidikan, status gizi, kebiasaan melihat dekat, frekwensi dan lamanya beraktivitas di luar ruangan. Sekolah tempat dilakukannya penelitian kondisi siswanya 85% miskin, pendidikan orang tua kebanyakan SD, dengan pekerjaan serabutan, banyak siswa yang memiliki latar belakang keluarga *broken home* akibat pernikahan orang tua usia muda. Hal tersebut mungkin mempengaruhi terhadap proses belajar anak dan kebiasaannya untuk membaca buku dan dimana siswa-siswa tersebut lebih banyak menghabiskan waktu beraktivitas di luar ruangan untuk bermain dan membantu pekerjaan orang tua atau pekerjaan dalam rumah tangga sehingga kurang dalam melakukan aktivitas melihat dekat seperti membaca buku dan lainnya. Ada beberapa hipotesis yang menjelaskan tentang hal-hal yang mungkin akan menyebabkan terjadinya miopia Czepita (2008) dalam studinya yaitu 1. Miopia terjadi karena perkembangan yang berlebihan dari bola mata; 2. Tes IQ dapat dipengaruhi oleh jumlah buku yang dibaca oleh seorang anak, dimana anak dengan hasil tes IQ yang tinggi memiliki kebiasaan membaca buku lebih banyak dari pada beraktivitas di luar ruangan dibandingkan dengan anak dengan dengan hasil tes IQ yang lebih rendah karena memiliki kebiasaan membaca buku yang lebih sedikit dan lebih banyak melakukan aktivitas diluar ruangan. Hal yang sama dikemukakan oleh Saw dkk (2004 dan 2006) dalam penelitiannya pada anak di Singapura serta penelitian oleh Woo dkk (2004); 3. Anak-anak yang hipermetropik sulit mempertahankan akomodasi atau sulit melakukan akomodasi.^{5, 18, 19}

Kelemahan dalam penelitian ini antara lain desain studi yang dilakukan merupakan *cross sectional*, sehingga tidak memungkinkan untuk menarik hubungan kausal antara faktor resiko yang diidentifikasi dengan kelainan

refraksi. Selain itu terdapatnya beberapa faktor perancu yang dapat mempengaruhi kelainan refraksi yang tidak ikut dievaluasi, misalnya faktor genetik, aktivitas melihat dekat, aktivitas luar ruangan, faktor sosial ekonomi dan lain sebagainya.

Kelebihan penelitian ini yaitu dapat diperoleh data yang bervariasi tentang hubungan IQ dengan kelainan refraksi pada anak-anak yang memiliki latar belakang yang berbeda dengan beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya di beberapa negara, dimana subyek penelitian ini adalah anak-anak yang berasal dari daerah pinggiran perkotaan atau termasuk pedesaan juga berasal dari keluarga dengan latar belakang ekonomi kurang mampu serta pendidikan dan status gizi yang kurang baik.

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi sekolah yang bersangkutan dalam mengarahkan dan mendidik siswanya sesuai kemampuan dan tingkat IQ masing-masing siswa sehingga diharapkan *outcome* yang dihasilkan bisa lebih baik dan terarah. Selain itu siswa yang mengalami kelainan refraksi dapat di deteksi sejak awal sehingga bisa ditangani lebih cepat karena hal tersebut dapat mempengaruhi prestasi belajarnya dan untuk mencegah terjadinya kelainan mata seperti ambliopia karena terlambatnya penanganan, hal ini menjadi terbantu juga dengan pemberian kaca mata secara gratis.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini didapatkan hubungan yang signifikan antara *Intelligence Quotient (IQ)* dengan kelainan refraksi tetapi hubungan ini termasuk dalam kategori rendah, dimana jumlah kelainan refraksi terbanyak adalah miopia dengan hasil tes IQ *Low Average* dan *Average*.

7.2. Saran

Dilakukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar dengan memperhitungkan faktor perancu seperti faktor genetik, aktivitas melihat dekat, aktivitas luar ruangan, faktor sosial ekonomi dan lain sebagainya

DAFTAR PUSTAKA

1. Sabanayagam C, Cheng C-Y. Global causes of vision loss in 2015: are we on track to achieve the Vision 2020 target? *The Lancet Global Health*. 2017; 5(12):e1164-e1165.
2. Verhoeven VJ, Wong KT, Buitendijk GH, Hofman A, Vingerling JR, Klaver CC. Visual consequences of refractive errors in the general population. *Ophthalmology*. 2015; 122(1):101-109.
3. Lam DS, Fan DS, Lam RF, Rao SK, Chong KS, Lau JT, et al. The effect of parental history of myopia on children's eye size and growth: results of a longitudinal study. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2008; 49(3):873-876.
4. Ma Y, Qu X, Zhu X, Xu X, Zhu J, Sankaridurg P, et al. Age-specific prevalence of visual impairment and refractive error in children aged 3–10 years in Shanghai, China. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2016; 57(14):6188-6196.
5. Woo W, Lim K, Yang H, Lim X, Liew F, Lee Y, et al. Refractive errors in medical students in Singapore. *Singapore medical journal*. 2004; 45:470-474.
6. Maul E, Barroso S, Munoz SR, Sperduto RD, Ellwein LB. Refractive error study in children: results from La Florida, Chile. *American journal of ophthalmology*. 2000; 129(4):445-454.
7. Shelby RA, Smith DR, Schultz S. Experimental verification of a negative index of refraction. *science*. 2001; 292(5514):77-79.
8. Khalaj M, Gasemi M, Zeidi IM. Prevalence of refractive errors in primary school children [7-15 Years] of Qazvin City. *Eur J Sci Res*. 2009; 28(2):174-185.
9. Kassa T, Alene GD. Prevalence of refractive errors in pre-school and school children of Debarq and Kola Diba towns, North-western Ethiopia. *Ethiopian Journal of Health Development*. 2003; 17(2):117-124.
10. Rakhmawati DA. Pengaruh lama aktivitas belajar di ruang kelas terhadap kelainan refraksi Studi Observasi Analitik Terhadap Anak Usia 8–11 Tahun di SD Muhammadiyah 1 Weleri dan SD Negeri Penaruban 1 Weleri thesis]: Fakultas Kedokteran UNISSULA; 2014.
11. Foster Pa, Jiang Y. Epidemiology of myopia. *Eye*. 2014; 28(2):202.

12. Garcia CA da, Oréface F, Nobre GFD, Souza DdB, Rocha MLR, Vianna RNG. Prevalence of refractive errors in students in Northeastern Brazil. *Arquivos brasileiros de oftalmologia*. 2005; 68(3):321-325.
13. Munoz B, West SK, Rubin GS, Schein OD, Quigley HA, Bressler SB, et al. Causes of blindness and visual impairment in a population of older Americans: The Salisbury Eye Evaluation Study. *Archives of Ophthalmology*. 2000; 118(6):819-825.
14. Zhao J, Pan X, Sui R, Munoz SR, Sperduto RD, Ellwein LB. Refractive error study in children: results from Shunyi District, China. *American journal of ophthalmology*. 2000; 129(4):427-435.
15. Gunawan W. Astigmatisme miop simplek yang mengalami ambliopia pada anak sekolah dasar di Yogyakarta. *Berita Kedokteran Masyarakat*. 2006; 22(3):135.
16. Richdale K, Bullimore MA, Sinnott LT, Zadnik K. The effect of age, accommodation and refractive error on the adult human eye. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*. 2016; 93(1):3.
17. Chang Y-S, Shih M-H, Tseng S-H, Cheng H-C, Teng C-L. Ophthalmologic abnormalities in high school students with mental retardation in Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association= Taiwan yi zhi*. 2005; 104(8):578-584.
18. Czepita D, Lodygowska E, Czepita M. Are children with myopia more intelligent? A literature review. *Annales Academiae Medicae Stetinensis*; 2008 p. 13-6; discussion 16.
19. Saw S-M, Tan S-B, Fung D, Chia K-S, Koh D, Tan DT, et al. IQ and the association with myopia in children. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2004; 45(9):2943-2948.
20. Williams W, Latif A, Hannington L, Watkins D. Hyperopia and educational attainment in a primary school cohort. *Archives of disease in childhood*. 2005; 90(2):150-153.
21. Young FA. Myopes versus non-myopes—a comparison. *The Australasian Journal of Optometry*. 1955; 38(10):462-469.
22. Young FA. Reading, measures of intelligence and refractive errors. *Optometry and Vision Science*. 1963; 40(5):257-264.

23. Sperduto RD, Seigel D, Roberts J, Rowland M. Prevalence of myopia in the United States. *Archives of ophthalmology*. 1983; 101(3):405-407.
24. Error A. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. *Arch Ophthalmol*. 2004; 122(4):495-05.
25. Ludwig PE, Czyz CN. Physiology, Eye. In: *StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing; 2017*.
26. Niles P, Cohen AR, Larson SA, Olson RJ, Scott WE. A cost comparison study between recommendations from the American Optometric Association and recommendations from the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus on the correction of hyperopia in children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus {JAAPOS}*. 2015; 19(4):e29.
27. Riddell N, Giummarra L, Hall NE, Crewther SG. Bidirectional expression of metabolic, structural, and immune pathways in early myopia and hyperopia. *Frontiers in neuroscience*. 2016; 10:390.
28. Li X, Wang Y, Wu Y, Wu W, Yu C, Xu L. Distribution and compensation mechanism of aberrations between anterior and posterior surface of the cornea in myopia and myopic astigmatism eyes. [*Zhonghua yan ke za zhi Chinese journal of ophthalmology*]. 2016; 52(11):840-849.
29. Desouky DE, Tariq-Khan NM. Refractive error among a sample of Female Primary School Children in Taif City, KSA.
30. Whitmore WG. Congenital and developmental myopia. *Eye [Article]*. 1992; 6:361.
31. Sethi MJ, Sethi S, Iqbal R. Frequency of Refractive Errors in Children (Visiting Eye Out Patient Department Agency Head Quarter Hospital Landi Kotal). *Gomal Journal of Medical Sciences*. 2009; 7(2):114-7.
32. Nelson LB. Orthokeratology Treatment in Pediatric Myopia. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*. 2017; 54(3):141-141.
33. Sujarweni VW. *Statistik untuk kesehatan*. Yogyakarta. Penerbit Gava Media. 2015.
34. Notoatmodjo S. In: *Metodologi penelitian kesehatan*. 2010 Jakarta: rineka cipta.
35. Akrami A, Bakmohammadi N, Seyedabadi M, Nabipour I, Mirzaei Z, Farrokhi S, et al. The association between schoolchildren intelligence and refractive error. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2012; 16(7):908-11.

36. Colom R, García-López O. Secular gains in fluid intelligence: Evidence from the culture-fair intelligence test. *Journal of Biosocial Science*. 2003; 35(1):33-39.
37. Piaget J. *The psychology of intelligence*. Routledge; 2005.
38. Jobke S, Kasten E, Vorwerk C. The prevalence rates of refractive errors among children, adolescents, and adults in Germany. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ)*. 2008; 2(3):601.
39. Wojciechowski R. Nature and nurture: the complex genetics of myopia and refractive error. *Clinical genetics*. 2011; 79(4):301-320.
40. Williams KM, Hysi PG, Yonova-Doing E, Mahroo OA, Snieder H, Hammond CJ. Phenotypic and genotypic correlation between myopia and intelligence. *Scientific reports*. 2017; 7:45977.